









ANNALEN
DER
PHYSIK
UND
CHEMIE.



HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

DREIZEHNTER BAND.

DER GANZEN FOLGE NEUNUNDACHTZIGSTER.

NEBST SIEBEN KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1828.
VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

Inhalt
des Bandes XIII. der Annalen der Physik und Chemie.

Erstes Stück.

Seite

I. Bestimmung der richtigen Form und Anzahl der Zähne beim Räderwerk; von A. Müller. 1
II. Nachträge zu meinen Untersuchungen über das Thermometer; von P. N. C. Egen. 33
III. Untersuchung des Wassers der Heilquelle zu Ronneby in Blekingen; von J. J. Berzelius. 49
IV. Ueber das Verhalten des Schwefelwasserstoffgases gegen Quecksilberlösungen; von Heinrich Rose. 59
V. Untersuchung des Fahlunits; von Trolle-Wachtmeister. 70
VI. Ueber die öligen und harzigen Producte der trocknen Destillation des Holzes; von J. J. Berzelius. 78
VII. Mineralogisch-chemische Untersuchung einiger Varietäten des Diallags; von Friedrich Köhler. 101
VIII. Versuche über die Bildung von Blitzröhren. 117
IX. Reductionsformel für das Quecksilber-Thermometer bei hohen Wärmegraden; von E. F. August. 119
X. Ueber die Berechnung der Expansivkraft des Wasserdunstes; von E. F. August. 122
XI. Berechnung der von dem Monde bewirkten atmosphärischen Fluth; von Hrn. Bouvard. 137
XII. Notiz über die täglichen Schwankungen des Barometers auf dem großen St. Bernhard. 149
XIII. Ueber das Erdbeben in den Rhein- und Niederlanden vom 23. Februar 1828; von P. N. C. Egen. 153
XIV. Ueber das schwarze kohlensaure Kupferoxyd; von Hrn. Gay-Lussac. 164
XV. Ueber den Nickelglanz am Harze; von J. C. L. Zinken. 165
Zusatz von Gustav Rose. 167
XVI. Ueber die Winkel des Quadratoctaëders beim Honigstein; von Gustav Rose. 170

Seite

XVII. Ueber die Zersetzung des Ammoniaks durch Metalle; von Hrn. Felix Savart. 172
XVIII. Bemerkungen über die Darstellung des Broms, des Kaliums und des Natriums; vom Administrator Hermann in Schönebeck. 175
XIX. Nachschrift zu dem Aufsatz des Hrn. Prof. Egen über das Erdbeben vom 23. Febr. 1828. 176
XX. Auszug aus dem Programm der holländischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Harlem für das Jahr 1828. . . . 179

Zweites Stück.

I. Ueber die bittere Substanz, welche durch Behandlung des Indigs, der Seide und der Aloë mit Salpetersäure erzeugt wird; von Justus Liebig. 191
II. Ueber die Krystallisation des Adulars, nebst einigen allgemeinen Bemerkungen über das zwei- und eingliedrige System; von A. T. Kupffer. 209
III. Bemerkungen über die Chromoxyde. 234
IV. Ueber Leidenfrost's Versuch; von G. W. Muncke. 235
V. Zur Geschichte des Tellurs; von N. W. Fischer. . . 257
VI. Versuche über das Alizarin oder den Farbstoff des Krapps; von Zenneck. 261
VII. Darstellung des Stickstoffgases. 282
VIII. Fortsetzung der Untersuchung des Platins vom Ural; von G. Osann. 283
IX. Ueber die Zersetzung mehrerer Chlormetalle durch ölbildendes Gas; von F. Wöhler. 297
X. Ueber den Pyrophor; von Hrn. Gay-Lussac. 299
XI. Neue Methode, Salzkrystalle aufzubewahren. 304
XII. Ueber den Zusammenhang der Hydrometeore mit den Veränderungen der Temperatur und des Barometers; von H. W. Dove. 305
XIII. Versuche über die Wärmeleitung in dünnen Körpern und Beschreibung eines neuen Contactthermometers; von Hrn. *Fourier*. 327

Seite

XIV. Ueber den Hagel und die Hagelableiter; von Hrn. Arago. 344
XV. Neuere Beobachtungen über die Temperatur im Innern der Erde 363
XVI. Beschreibung eines ausgezeichneten Mondhofes; von A. T. Kupffer. 370
XVII. Zerlegung eines neuen gelblichen Minerals von Fahlun; von Trolle-Wachtmeister. 371
XVIII. Ueber die Krystallform der Kohlenstickstoffsäure. . . 375
XIX. Aufforderung zu Beobachtungen über den Höhenrauch. 376

Drittes Stück.

I. Ueber das Gleichgewicht und die Bewegung der elastischen Körper; von Hrn. Poisson. 383
Ueber die Schwingungen tönender Körper. 400
II. Versuche über die Dichtigkeit, Elasticität, Schmiedbarkeit und Stärke des gewalzten und geschmiedeten Eisens; von Lagerhjelm. 404
III. Ueber das Zerreifsen von Harzmassen, welche ein gröfseres Volumen besitzen, als ihnen nach ihrer Temperatur zukommt; von Otto Unverdorben. 411
IV. Elasticität des Eises. 418
V. Ueber das Gewitter; von H. W. Dove. 419
VI. Ueber die Reduction des Schwefelarseniks, nebst nachträglichen Beobachtungen über die Kohlenstickstoffsäure; von J. Liebig. 433
VII. Versuche über die mit dem Platin vorkommenden Metalle, und über das Verfahren zur Zerlegung der natürlichen Platinlegirungen oder Platinerze; von J. J. Berzelius. . . 435
1. Rhodium. Atomengewicht und Chlorverbindungen. S. 437. — Oxyd und Sauerstoffsalze. S. 446.
2. Palladium. Atomengewicht. S. 454. — Chlorverbindungen und deren Doppelsalze. S. 456. — Oxyde und Sauerstoffsalze. S. 461.
3. Iridium. Darstellung. S. 463. — Atomengewicht des Iridiums und des Platins. S. 468. — Chlorverbindungen des Iridiums und deren Doppelsalze.

Seite

S. 470. — Oxyde und Sauerstoffsalze des Iridiums. S. 479. — Schwefeliridium. S. 487.

VIII. Ueber die Natur der Kohlenstickstoffsäure; von F. Wöhler 488

IX. Ueber ein einfaches Verfahren zur Darstellung des Chromoxyduls im Großen; von G. Frick. 494

X. Ueber die Volumensveränderungen bei Mischungen von Alkohol und Wasser; von F. Rudberg. 496

XI. Ueber den Herderit, eine neue Mineralspecies; von Wilhelm Haidinger. 502

XII. Analyse des mit dem Namen Hisingerit belegten Eisensilicats; von W. Hisinger. 505

XIII. Ueber den Couzeranit; von Hrn. Dufrénoy. . . . 508

XIV. Beobachtungen über die in krystallisirten Mineralien enthaltenen Flüssigkeiten; von Hrn. William Nicol. . . 510

XV. Höhenbestimmungen in der peruanischen Andeskette. . 514

XVI. Ueber den Tabasheer. 522

Viertes Stück.

I. Versuche über die mit dem Platin vorkommenden Metalle, und über das Verfahren zur Zerlegung der natürlichen Platinlegirungen oder Platinerze; von J. J. Berzelius. . . 527

4. Osmium. Darstellung. S. 527. — Atomengewicht. S. 530. — Chlorosmium. S. 531. — Oxyde des Osmiums. S. 539. — Schwefelosmium. S. 550.

5. Methode, die Platinerze zu zerlegen. S. 553. Analyse des von Nischne-Tagilsk, von Goroblagodat, und von Barbacoas. S. 564.

II. Bemerkungen über die Lagerstätte des Platins am Ural. . 566

III. Wirkung des Goldes auf Silber in gewöhnlicher Temperatur. 576

IV. Ueber das Beryllium und Yttrium; von F. Wöhler. . . 577

V. Ueber die mittleren Luftströme; von H. W. Dove. . . 583

VI. Ueber barometrische Minima; von H. W. Dove. . . . 596

VII. Ueber die Theorie der Elektricität; von Hrn. Bigeon. . 614

VIII. Von der aus der Reibung zweier Metalle hervorgehenden Elektricitätserregung; von Hrn. Becquerel. 619

IX. Ueber die elektrischen Eigenschaften des Turmalins. . . 628

X. *Einfluſs des Magnetismus* auf die chemischen Actionen . . 631

// ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1828, FÜNFTES STÜCK.

I. *Bestimmung der richtigen Form und Anzahl der Zähne beim Räderwerk; vom Dr. Anton Müller, Privatdocent an der Universität zu Heidelberg.*

(Hiezu die Tafeln I. und II.)

Dafs man den Zähnen zweier Räder, von denen das eine durch das andere umgedreht wird, nicht jede beliebige Form geben darf, ist eben so anerkannt als wahr. Früher hielt man die Kreislinie für die passendste Form, und noch jetzt wendet man sie gröfstentheils an. Seit aber Römer gefunden und de la Hire gezeigt hat, dafs die Epicycloide, wenigstens in einzelnen Fällen, die richtige Form sey, wird diefs in allen Lehr-, Hand- und Wörterbüchern der Mechanik erzählt und bewiesen. Auch hat sich die Brauchbarkeit der epicycloidischen Form durch mehrere Anwendungen herausgestellt. Betrachtet man die Sache von aufsen her, so scheint diese Uebereinstimmung und der unveränderte Zustand, in dem die Theorie sich seit langer Zeit befindet, handgreiflich darzuthun, dafs man ein für alle Mal das Rechte gefunden habe, und es ist wirklich auch schon oft von einer vorhandenen vollständigen Theorie gesprochen worden. Man darf aber nur etwas genau in den Gegenstand eingehen, um sich zu überzeugen, dafs die wissenschaftliche Untersuchung, wenn nicht in ihrer Kindheit, doch nicht weit über den Anfang hinaus ist.

Meine Absicht ist, in einigen Aufsätzen die Resultate einer weitläufigen Untersuchung mitzutheilen, die ich schon vor einiger Zeit über das Zapfenwerk angestellt habe. Ich werde dabei vorerst zwei Fragen abhandeln: wie müssen die Zähne zweier in einander greifender Räder gestaltet seyn, wenn ein ungestörter Gang möglich seyn soll? und wie viele Zähne können die Räder haben? In Rücksicht des ersten Punkts gebe ich für die Verzeichnung der Abrundungscurve solche Vorschriften an, die sowohl den Forderungen der Theorie entsprechen, als auch in der Anwendung von Jedem, der das exacte Zeichnen nur ein wenig versteht, ganz leicht befolgt werden können. In Bezug auf die Zähnezahl werde ich bei jedem Falle die allgemeine Formel angeben, deren Anwendung höchst leicht ist, und am Schlusse des Ganzen eine berechnete Tabelle mittheilen, worin man die für jeden besonderen Fall passende Zähnezahl angegeben findet.

In dieser ersten Mittheilung beschränke ich mich auf die Verbindung von zwei Rädern, deren Axen parallel sind, und von denen das eine aufser dem Umfang des anderen ist.

---

1. Es seyen (Fig. 1.) C und C' die Mittelpunkte, CA und $C'A$ die Halbmesser von den Umfängen zweier Räder R und R', deren Axen parallel sind. Das Rad R werde auf irgend eine Weise in Bewegung gesetzt, und theile dadurch, dafs seine Zähne jene des Rades R' ergreifen, dem Rade R' die Bewegung mit. Die Bewegung geschehe in der Richtung von A nach B und B'.

Bei dieser Bewegung fallen in jedem Momente, ein Punkt p des Umfangs vom Rade R, und ein Punkt p' des Umfangs vom Rade R', in dem gemeinsamen Punkte A zusammen, und entfernen sich dann wieder, p nach der Richtung AB, und p' nach der Richtung AB'.

Haben solche zwei Punkte in irgend einer Zeit die Wege AB und AB' zurückgelegt, so sind diese Wege in einem nothwendigen Zusammenhange, und dieser ist abhängig von der Einrichtung, vermöge welcher das Rad R dem andern Rade R' die Bewegung mittheilt. Es werde vorerst der einfachste Fall angenommen und festgesetzt, dafs die in einerlei Zeit durchlaufenen Wege AB und AB' gleich grofs seyen.

Nennt man

den Halbmesser $CA = a$
- - $C'A = a'$
den Winkel $ACB = \varphi$
- - $AC'B' = \varphi'$,

so findet dieser Voraussetzung gemäfs folgende Gleichung statt:

$$a.\varphi = a'.\varphi' \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

und diese dient zugleich zur Bezeichnung des angenommenen Gesetzes, wonach die beiden Räder R und R' sich bewegen.

2. Die Mittheilung der Bewegung geschieht in der Art, dafs immer ein Zahn des Rades R an dem vorangehenden Zahne des Rades R' eine Zeit lang anliegt. Vorausgesetzt, die Zähne seyen gut gemacht, so wird keiner von den beiden Zähnen, die an einander zu liegen kommen, die Bewegung des anderen stören; der vorangehende Zahn des Rades R' ist so gestaltet, dafs seine Form in jeder Stellung dem nachfolgenden Zahn des Rades R eine ununterbrochene Berührung gestattet, und die Gestalt des letzteren ist von der Art, dafs durch sie für die Dauer des Einwirkens eine fortwährende Berührung möglich ist. Wenn also der vorangehende Zahn des Rades R' eine bestimmte Form hat, so mufs die Gestalt des nachfolgenden Zahns vom Rade R, für den vorgesetzten Zweck, nach dieser eingerichtet seyn, und umgekehrt. Oder von je zwei auf einander wirkenden Zähnen der beiden Räder ist immer die *Form des* einen Zahns von der des

anderen abhängig, und diese Abhängigkeit wird bezeichnet durch die Bedingung, dafs die beiden Zahnflächen während des Einwirkens sich unausgesetzt berühren sollen.

Weil bei Rädern, wie sie hier vorausgesetzt werden, die Zähne prismatische Körper sind, also die in Betracht kommende Form und Gröfse eines Zahns durch seine Grundfläche bezeichnet wird, so ist, nach der vorigen Betrachtung, das Verfahren, um für zwei in einander greifende Räder die passenden Zahnformen zu erhalten, folgendes:

Für das eine Rad wird irgend eine ebene Linie als Zahnform angenommen, und ihre Lage gegen den Umfang des Rades festgesetzt; für das zweite Rad aber wird eine Linie gesucht, von welcher die angenommene Form in jeder Stellung, die sie vermöge der Umdrehung erhalten kann, berührt wird.

3. Da es gleichgültig ist, für welches Rad die Zahnform angenommen wird, so sei (Fig. 1.) die Linie $\beta\beta'$ die Form, nach welcher die Zähne des Rades R' auf der angegriffenen Seite gebildet sind; diese Linie habe zugleich eine solche Gestalt und Lage, dafs zwischen den senkrechten Coordinaten

$$B'E=u,\ DE=v$$

eines Punktes D derselben die bestimmte Gleichung

$$F(u,v)=o \qquad \ldots\ldots (2)$$

statt findet.

Hieraus ergiebt sich eine andere Gleichung, welche ebenfalls die Eigenschaften der Linie $\beta\beta'$ bezeichnet, aber ihre Lage gegen den Umfang des Rades R in Rücksicht der Axe CB angiebt. Sind nämlich

$$CF=x,\ FD=y$$

die senkrechten Coordinaten des Punktes D in Rücksicht der Axe CB, ferner die Linien $B'b$ und Ee zu CB, $B'i$ und Dk zu Ee senkrecht, und wird zur Abkürzung

$$Cb=x',\ bB'=y'$$

gesetzt, so ist

$$x = x' - Dk + B'i$$
$$y = y' + Ek + Ei$$

und

$$Dk = v.\sin(\varphi+\varphi'); \quad B'i = u.\cos(\varphi+\varphi')$$
$$Ek = v.\cos(\varphi+\varphi') \quad Ei = u.\sin(\varphi+\varphi'),$$

daher

$$x = x' - v.\sin(\varphi+\varphi') + u.\cos(\varphi+\varphi')$$
$$y = y' + v.\cos(\varphi+\varphi') + u.\sin(\varphi+\varphi').$$

Hieraus folgt nun, daſs

$$\left.\begin{array}{l} u = (y = y').\sin(\varphi+\varphi') + (x - x').\cos(\varphi+\varphi') \\ v = (y = y').\cos(\varphi+\varphi') - (x - x').\sin(\varphi+\varphi') \end{array}\right\} \ldots (3)$$

Für die Darstellung der Hilfsgröſsen x' und y' werde $C'G$ senkrecht zu CB gezogen und $B'i$ bis l in $C'G$ verlängert. Weil nun hiernach

$$x' = CG - B'l$$
$$y' = C'G - C'l$$

und

$$CG = (a+a').\cos\varphi; \quad B'l = a'.\cos(\varphi+\varphi')$$
$$C'G = (a+a').\sin\varphi \quad C'l = a'.\sin(\varphi+\varphi')$$

ist, so folgt:

$$\left.\begin{array}{l} x' = (a+a').\cos\varphi - a'.\cos(\varphi+\varphi') \\ y' = (a+a').\sin\varphi - a'.\sin(\varphi+\varphi') \end{array}\right\} \ldots . (4).$$

Setzt man diese letzten Ausdrücke statt x' und y' in den Gleichungen (3), und führt dann die Werthe von u und v in der Gleichung (2) ein, so ergiebt sich eine neue Gleichung

$$F'(x, y, \varphi') = o \quad \ldots\ldots (5),$$

welche auſser x und y auch die veränderliche Gröſse φ' enthält. Es kommt zwar auch der Winkel φ vor; aber da nach (1)

$$\varphi = \frac{a'}{a}.\varphi'$$

ist, so kann φ entfernt, oder als Function von φ' betrachtet werden.

Diese Gleichung (5) giebt für jeden bestimmten Werth von φ' den Zusammenhang der Coordinaten x

und y irgend eines Punktes D der Linie $\beta\beta'$ an, und enthält die Bedingung, unter welcher ein Punkt D, dessen Coordinaten x und y sind, in der Linie $\beta\beta'$ seyn kann.

Es sey nun D der Punkt, worin die Linie $\beta\beta'$, bei der durch φ' bezeichneten Stellung, von der anliegenden Zahnform des Rades R berührt wird. Genügen die Werthe der Coordinaten x und y dieses Punkts der Gleichung (5), so ist diese Voraussetzung möglich, jedoch nur in sofern, als dadurch angenommen ist, es sey D ein, beiden Curven gemeinsamer Punkt. Ist D nicht allein beiden Curven gemeinschaftlich, sondern auch der Berührungspunkt derselben, und haben also die Coordinaten x und y dieser Eigenschaft entsprechende bestimmte Werthe, so bleibt D zwar immer ein Punkt der Zahncurve des Rades R, nicht aber, wenn die Lage von $\beta\beta'$ geändert wird, oder φ' einen anderen Werth erhält, ein Punkt der Linie $\beta\beta'$, indem die Berührungspunkte wechseln, und ein Durchschneiden der Curven nicht statt findet. Würde man also annehmen, der Punkt D sey bei der zu φ' gehörigen Stellung von $\beta\beta'$ der Berührungspunkt beider Curven, und bei einer anderen Stellung, in welcher φ' einen anderen Werth $\varphi' + \Delta\varphi'$ hat, ein gemeinsamer Punkt beider Curven, so kann, wenn die beiden Curven sich auch in der letzteren Stellung berühren sollen, diese Annahme nur dann statt finden, wenn φ' und $\varphi' + \Delta\varphi'$ einerlei, also $\Delta\varphi' = o$ ist.

Obgleich diese Bemerkungen eine unmittelbare Folgerung nicht begründen, so bieten sie doch einen sicheren Haltpunkt für die Aufsuchung der Zahncurve des Rades R dar. Wir nehmen deshalb an, der Punkt D, dessen Coordinaten x und y sind, sey bei der durch φ' bezeichneten Stellung der Linie $\beta\beta'$ der Berührungspunkt beider Curven, und bei jener Stellung, die zu $\varphi' + \Delta\varphi'$ gehört, beiden Curven gemeinsam. Damit dieſs möglich

sey, müssen die Coordinaten x und y solche Werthe haben, daſs nach (5)

$$F'(x, y, \varphi')=o$$

und

$$F'(x, y, \varphi'+\Delta\varphi')=o$$

ist. Statt der letzteren Gleichung kann man auch jene setzen, welche durch Subtraction der beiden Gleichungen entsteht. Daher sind die Bedingungsgleichungen auch

$$F'(x, y, \varphi')=o$$

$$\frac{\Delta F'(x, y, \varphi')}{\Delta\varphi'}=o.$$

Die Werthe von x und y, welche durch diese Gleichungen bestimmt werden, würden der Bedingung, daſs der ihnen zugehörige Punkt D bei der durch φ' bezeichneten Stellung der Berührungspunkt beider Curven seyn soll, genügen, wenn die letzte Gleichung richtig wäre. Da aber die Voraussetzung, auf welcher diese Gleichung beruht, nur dann statt finden kann, wenn $\varphi'+\Delta\varphi'$ mit φ' einerlei, also $\Delta\varphi'=o$ ist, so ist die zweite Gleichung des letzten Paares nur dann wahr, wenn man in derselben $\Delta\varphi'=o$ ist. Daher sind die beiden Gleichungen, denen die Werthe von x und y genügen müssen, folgende:

$$\left.\begin{array}{l} F'(x, y, \varphi')=o \\ \frac{dF'(x, y, \varphi')}{d\varphi'}=o \end{array}\right\} \ldots\ldots (6).$$

Entwickelt man nun aus diesen Gleichungen die Werthe von x und y, so daſs man hat:

$$\left.\begin{array}{l} x=F''(\varphi') \\ y=F'''(\varphi') \end{array}\right\} \ldots\ldots (7),$$

so geben diese die Lage des Punkts D an, der bei der zu φ' gehörigen Stellung der einzige Punkt ist, den die Linie $\beta\beta'$ mit der anliegenden Zahnform gemein hat. Die Gleichungen (7) sind daher die Gleichungen der gesuchten Zahnform.

Hierdurch ist der Weg bezeichnet, den man in allen

besonderen Fällen zur Auffindung der Zahnform einzuschlagen hat. Ist für die angenommene Linie $\beta\beta'$ die Gleichung zwischen rechtwinklichten Coordinaten u und v, für welche der Halbmesser $C'B'$ die Axe und B' der Anfangspunkt ist, gegeben, so führt man darin statt u und v ihre Werthe aus (3) und (4) ein, und differentiirt die entstandene Gleichung hinsichtlich φ'. Dadurch erhält man zwei Gleichungen, wie hier in (6) angezeigt ist, durch deren Verbindung man unmittelbar zu den Gleichungen der Zahncurve gelangt.

4. Indem ich jetzt an die Behandlung einzelner Fälle gehe, wähle ich zuerst den einfachsten Fall, und nehme an, die Zahnform des einen Rades sey eine grade Linie.

Wenn (Fig. 2.) die vorigen Bezeichnungen und Voraussetzungen gelten, so sey die Linie $\beta\beta'$, welche durch den Endpunkt B' des Halbmessers $C'B'$ geht, und mit diesem einen bestimmten Winkel ψ bildet, die angenommene Form für die Zähne des Rades R'.

Um die Zahnform des Rades R zu erhalten, betrachte man D als Berührungspunkt der Linie $\beta\beta'$ und der anliegenden Zahnform, und nenne u und v die senkrechten Coordinaten dieses Punkts, wobei $C'B'$ die Axe der Abscisse u und B' der Anfangspunkt ist, so ist

$$u.\sin\psi = v.\cos\psi.$$

Sind ferner $CF = x$ und $DF = y$ die senkrechten Coordinaten des Punkts D in Rücksicht CB, so finden zwischen $uvxy$ die Gleichungen (3) und (4) statt, und man erhält, indem man jene mit vorstehender verbindet, folgende:

$$x.\sin(\varphi+\varphi'+\psi) - y.\cos(\varphi+\varphi'+\psi) = (a+a')\sin(\varphi'+\psi) - a'.\sin\psi.$$

Diese Gleichung hinsichtlich φ' differentirt, giebt

$$x.\cos(\varphi+\varphi'+\psi) + y.\sin(\varphi+\varphi'+\psi) = a.\cos(\varphi'+\psi).$$

Verbindet man endlich diese beiden letzten Gleichungen, so erhält man:

$$\left.\begin{array}{l}x=a.\cos\varphi+a'.(\sin(\varphi'+\psi)-\sin\psi).\sin(\varphi+\varphi'+\psi)\\ y=a.\sin\varphi-a'.(\sin(\varphi'+\psi)-\sin\psi).\cos(\varphi+\varphi'+\psi)\end{array}\right\}\ldots(8)$$

Diese Gleichungen (8) enthalten die Haupteigenschaften der Curve, wonach die Zähne des Rades R geformt werden müssen.

5. Für $\varphi=\varphi'=o$ geben die Gleichungen (8) $x=a$, $y=o$; daher ist der Anfangspunkt der Zahncurve in B. Von hier an geht die Curve in einfacher Krümmung aufwärts gegen D.

Von dem Eigenthümlichen dieser Curve übergehe ich hier alles, was für die Anwendung nicht unmittelbar gehört, oder den Gebrauch der Curve complicirt macht, und suche blos jene Eigenschaften auf, die zu einfachen zeichnenden Bestimmungen führen.

Für die Zeichnung geben die Gleichungen (8) unmittelbar einen Weg an, indem die Ausdrücke für x und y so einfach sind, dafs man diese Gröfsen x und y, also auch den ihnen zugehörigen Punkt D, ganz leicht durch Zeichnung finden kann. Betrachtet man nämlich D als nicht bekannt, zieht aus A die Linie AG zu CB und AD zu $\beta\beta'$ senkrecht, ferner aus D die Linie DF zu AG und aus G die Linie GH zu AD parallel, so hat man erstlich:

$$CG=a.\cos\varphi;\quad AG=a.\sin\varphi,$$

ferner

$$(a'-AN)\sin(\varphi'+\psi)=a'.\sin\psi$$

und

$$AN.\sin(\varphi'+\psi)=AD,$$

also

$$AD=a'.(\sin(\varphi'+\psi)-\sin\psi).$$

Weil endlich der Winkel $FGH=90^\circ-(\varphi+\varphi'+\psi)$, und $GH=AD$ ist, so ist

$$FG=AD.\sin(\varphi+\varphi'+\psi)$$
$$HF=AD.\cos(\varphi+\varphi'+\psi).$$

Bemerkt man nun, dafs

$$CG+FG=CF$$
$$AG-FH=DF$$

und führt hierin die entwickelten Werthe von CG, FG, ... ein, so erhält man für CF und DF eben die Ausdrücke, welche in (8) für x und y angegeben sind.

Hiernach ist die Bestimmung eines Punktes D von der Zahnform des Rades R ganz einfach diese: nachdem man die zusammengehörigen Winkel φ und φ' aufgetragen, und die Linie $\beta\beta'$ unter dem constanten Winkel ψ an $B'C'$, gezeichnet hat, zieht man aus dem gemeinsamen Punkte A der beiden Umfänge auf $\beta\beta'$ eine senkrechte Linie AD; der Durchschnittspunkt D ist dann ein Punkt der Zahncurve des Rades R.

6. Weil die Linie $\beta\beta'$ für die anliegende Zahnform Tangente ist, so ist die zu $\beta\beta'$ senkrechte Linie AD die Normale des Punkts D von der Zahnform.

Diese Normale AD werde abwärts verlängert bis I im Umfang des Rades R, und der Mittelpunkt C mit I verbunden, so ist

$$ACI = 2.(\varphi' + \psi) = 2.\left(\frac{a}{a'}.\varphi + \psi\right) \quad \ldots . (9)$$

Diese Wahrheit zeigt einen höchst einfachen Weg, für jeden Punkt der Zahnform des Rades R die Richtung der Normale zu finden, ohne dafs man genöthigt wäre, den Umfang des Rades R' und an diesen in der entsprechenden Stellung die Linie $\beta\beta'$ zu zeichnen. Man zeichnet nämlich den Umfang des Rades R, und die Schenkel CB und CA des Winkels $BCA = \varphi$, trägt alsdann in C an CA einen Winkel $ACI = 2.\left(\frac{a}{a'}.\varphi + \psi\right)$ und zieht durch I und A eine grade Linie, so ist diese die Normale jenes Punktes der Zahnform, der zum Winkel φ gehört.

7. Wegen dieser einfachen Bestimmungsweise der Normale eines Punkts kann man nun für die Zeichnung der Curve selbst mit grofsem Vortheile eine allgemeine *Wahrheit* gebrauchen, die, mit Vortheil angewendet, bei

der Zeichnung der Curven überhaupt eine grofse Leichtigkeit gewährt. Da ich sie in der Folge noch mehrmal anwenden werde, so mag eine kurze Entwicklung derselben hier nicht am unrechten Orte stehen.

Man denke sich irgend eine vom Kreis verschiedene krumme Linie, und unterscheide darin mehrere einander nahe Punkte $a a' a''$....; ferner denke man sich die Normalen dieser Punkte gezogen, und nenne $b b' b''$... die Durchschnittspunkte der auf einander folgenden Normalen, so dafs also b in der Normale des Punkts a, b' in der Normale von a',.... liegt. Endlich nehme man an, es sey aus b mit ba ein Kreisbogen $a\alpha'$ gezogen, so dafs α' in der Normale des Punkts a' ist, aus b' mit $b'\alpha'$ ein Kreisbogen $\alpha'\alpha''$, wo α'' in der Normale von a'' ist, ferner aus b'' mit $b''\alpha''$ ein Kreisbogen $\alpha''\alpha'''$,.... Diese Bogen $a\alpha'$ und $\alpha'\alpha''$.... verschiedener Kreise bilden eine fortlaufende Curve $a\alpha'\alpha''\alpha'''$...., welche im Allgemeinen von der Curve $a a' a''$... zwar verschieden ist, aber desto weniger abweicht, je näher die Punkte $a a'$.... einander liegen. Sind also die Punkte a und a'.... einander sehr nahe, so kann man die aus Kreisbogen zusammengesetzte Curve $a\alpha'\alpha''$... mit der anderen $a a' a''$.... als einerlei betrachten, und für practische Zwecke unbedingt statt der letzteren gebrauchen.

8. Macht man hievon auf die Zeichnung der Zahncurve Anwendung, so ist das Verfahren folgendes.

Man zeichnet (Fig. 3.) mit dem Halbmesser a des Rades R den Umfang von diesem, und zieht nach dem Punkte A, wo die Curve anfangen soll, den Halbmesser CA. Nun trägt man in C an CA einen Winkel $ACB = 2\psi$; ferner einen beliebigen jedoch kleinen Winkel $ACA' = \varphi_1$, und an CA' einen Winkel $A'CB'$ $= 2.\left(\frac{a}{a}.\varphi_1 + \psi\right)$; dann wieder an CA einen anderen, von φ_1 wenig verschiedenen Winkel $ACA'' = \varphi_2$, und an CA'' den Winkel $A''CB'' = 2.\left(\frac{a}{a'}\varphi_2 + \psi\right)$ u. s. w.

Endlich zieht man grade Linien durch A und B, durch A' und B', ... und bemerkt die Durchschnittspunkte $b b' b''$... der ersten und zweiten, der zweiten und dritten Linie u. s. w. Wird nun aus b mit bA, als Halbmesser, der Bogen $A\alpha$, aus b' mit $b'\alpha$ der Bogen $\alpha'\alpha''$, aus b'' mit $b''\alpha'$ der Bogen $\alpha'\alpha''$, ... gezogen, so ist die hierdurch entstandene Curve $A\alpha\alpha'\alpha''$... die Form, wonach die Zähne des Rades R' abgerundet werden müssen.

In dem Falle, wo $\psi = o$ ist, zieht man, für die Richtung der Normale des Punktes A, durch diesen Punkt eine zu CA senkrechte Linie, und der Durchschnittspunkt der beiden ersten Normalen fällt außer den Umfang des Rades.

Um sich in jedem Falle die Arbeit zu erleichtern, darf man nur, was ohnediefs schon vorausgesetzt wird, den ersten Winkel φ_1 sehr klein annehmen; alsdann kann man ohne Bedenken

den zweiten Winkel $\varphi_2 = 2.\varphi_1$
- dritten - $\varphi_3 = 3.\varphi_1$
. . . .

nehmen, und also den Bogen AA' von A' nach A'', von A'' nach A'''.... tragen. Die Punkte $B'B''$.... ergeben sich eben so leicht.

9. In (Fig. 4.) ist eine Verbindung von zwei Rädern vorgestellt, deren in einander greifenden Zähne nach der gegebenen Vorschrift gebildet sind. Der Seitendurchschnitt $A'i$ des Zahns (1') vom Rade R' ist eine grade Linie, die mit dem zu A' gehörigen Halbmesser $A'C'$ einen Winkel ψ bildet; dagegen ist der Seitendurchschnitt AD des anliegenden Zahnes (1) vom Rade R eine nach der obigen Regel gezeichnete Curve.

Es wird vorausgesetzt, dafs jeder Zahn symmetrisch, und alle Zähne desselben Rades einerlei Form und Gröfse haben; ferner wird angenommen, es sey die Einrichtung getroffen, dafs immer nur ein Zahn des Rades R an dem *vorangehenden* des Rades R' anliege, dafs also der Zahn (1)

den Zahn (1') verläfst, sobald der Zahn (2) den (2') ergreift. Endlich nehme ich an, die Zähne seyen so dick und hoch gemacht, dafs kein Spielraum übrig bleibe. Obgleich diese letztere Einrichtung, wegen Unvollkommenheit der Arbeit und des Materials, nie vorkommen kann, so darf sie, weil man dadurch nur gewisse Gränzen bezeichnet, hier doch vorausgesetzt werden.

Wird der Mittelpunkt C mit der Spitze D des Zahnes (1) verbunden, so ist De die Länge der Zähne des Rades R. Zieht man ferner aus C mit CD den Bogen Dh, und nun aus C' mit $C'h$ einen Kreis, so bezeichnet Eh die Länge der Zähne des Rades R', welche wenigstens genommen werden mufs, wenn eine Umdrehung möglich seyn soll. Daher müssen die Zahnlängen beider Räder gleich seyn.

Weil die erste Berührung der Zähne (2') und (2) erfolgt, wenn der tiefste Punkt der, dem Zahn (2') zugekehrten, krummen Seitenfläche des Zahns (2) in die Mittelpunkte Linie CC' tritt, so sind die Bogen AE und $A'E$ die Theilungen. Nach dem oben angenommenen Umdrehungsgesetze sind aber diese Bogen gleich grofs; daher müssen beide Räder gleiche Theilung haben.

Nennt man endlich

$T = AE = A'E$ die Theilung

$\Delta = AB$ die Zahndicke des Rades R

$\Delta' = B'E$ - - - - R',

so mufs seyn

$$\Delta + \Delta' = T.$$

Diese Gleichung scheint eine grofse Freiheit zu gestatten; denn betrachtet man die Theilung T als willkührlich angenommen, und setzt

$$\Delta' = \frac{1}{n} . T,$$

wo n eine willkührliche Zahl, aber gröfser als die Einheit ist, so folgt

$$\Delta = \frac{n-1}{n} . T.$$

Um sich davon zu überzeugen, ob und in wiefern eine solche Freiheit statt haben könne, nenne man

$\vartheta = ACE$ den Theilungswinkel des Rades R
$\vartheta' = A'C'E$ - - - - R'
$\gamma = DCE$

und bemerke, dafs unter der gemachten Voraussetzung

$$BE = \Delta' = \frac{1}{n} . AE$$

$$eB = \tfrac{1}{2}\Delta = \frac{n-1}{2n} . AE$$

also $$eBE = \frac{n+1}{2n} . AE$$

ist, so folgt:

$$\gamma = \frac{n+1}{2n} . \vartheta .$$

Nach dieser Gleichung müfste nun, weil n eine willkührliche Zahl ist, zwischen den Winkeln γ und ϑ jeder beilebige Zusammenhang möglich seyn, während diese Winkel sich doch auf eine bestimmte Weise gegenseitig bestimmen. Setzt man nämlich überhaupt

$$\gamma = m . \vartheta ,$$

so ist m eine von ϑ abhängige Zahl. Es ist $m = 1$, wenn $\vartheta = \gamma$, also wenn $\vartheta = o$; für jeden anderen Werth von ϑ ist aber γ kleiner als ϑ, mithin $m < 1$, und es wird $m = o$, wenn $\vartheta = \frac{a'}{a} . (90^\circ - \psi)$. Wird ϑ noch gröfser, so nimmt m negative Werthe an.

Diese Betrachtung zeigt, dafs von den drei Gröfsen in der Gleichung

$$\Delta + \Delta' = T$$

nur eine willkührlich ist, und die beiden anderen davon abhängen. Nimmt man die Theilung T an, so wird dadurch ϑ, also auch die Zahl m, und weil den Gleichungen

$$\Delta' = \frac{1}{n} . T, \quad \Delta = \frac{n-1}{n} . T$$

gemäfs $m = \frac{n+1}{2n}$, also $n = \frac{1}{2m-1}$ ist, auch die Zahl n,

folglich die Zahndicke Δ und Δ' bestimmt. Die Annahme von T darf aber nicht nach Gefallen geschehen; denn da für ein angenommenes T, und den danach bestimmten Werth von m die Zahndicken

$$\Delta = 2.(1-m).T; \quad \Delta' = (2m-1).T$$

werden, so mufs T so angenommen werden, dafs der Werth von m zwischen 1 und $\frac{1}{2}$ fällt. Damit man also nicht vergeblich arbeite, mufs man zuerst jenen Werth von ϑ suchen, wobei $m = \frac{1}{2}$ ist; zwischen diesem Werthe von ϑ und o kann man alsdann irgend einen wählen, und das zugehörige m bestimmen.

Die grofse Zeitverschwendung, die mit diesem Verfahren nothwendig verbunden ist, liegt am Tage; es bleibt darum nichts übrig, als die Zähndicken der Räder anzunehmen, und die zugehörige Theilung zu suchen. Es entsteht also die Frage: wie grofs mufs der Theilungswinkel ϑ seyn, wenn man in den Gleichungen

$$\Delta = 2(1-m).T, \quad \Delta' = (2m-1)T$$

oder, was auf eines hinausgeht, in der Gleichung

$$\gamma = m.\vartheta$$

für m irgend eine Zahl nimmt, die gröfser als $\frac{1}{2}$ und kleiner als 1 ist.

Zieht man die Linie DE, so hat man in dem Dreieck DCE

$$a.\sin m\vartheta = DE.\sin EDC.$$

Es ist aber der Winkel $EDC = 90^0 - (m.\vartheta + \vartheta' + \psi)$, und nach §. 5.

$$DE = a'.(\sin(\vartheta' + \psi) - \sin\psi),$$

folglich

$$a.\sin m\vartheta = a'.(\sin(\vartheta'+\psi) - \sin\psi).\cos(m\vartheta + \vartheta' + \psi) \,..\, (10).$$

Führt man in dieser Gleichung $\vartheta' = \frac{a}{a'}.\vartheta$ ein, so kann man daraus jenen Werth von ϑ entwickeln, der bei bestimmten Werthen von $a a' \psi$ zu der angenommenen Zahl m gehört, und wobei also $\Delta = 2.(1-m).T$, $\Delta' = (2m-1).T$ genommen werden kann.

10. Soll übrigens der aus der letzten Gleichung entwickelte Werth von ϑ der Theilungswinkel seyn, so mufs er auch einer zweiten Bedingung genügen. Nimmt man nämlich

$N = \frac{360^0}{\vartheta}$ die Anzahl der Zähne des Rades R

$N' = \frac{360^0}{\vartheta'}$ - - - - - - - R',

so mufs seyn

$$N' = \frac{a'}{a} . N = \frac{a'}{a} . \frac{360^0}{\vartheta} .$$

Hiernach mufs also ϑ so seyn, dafs die Ausdrücke $\frac{360^0}{\vartheta}$ und $\left(\frac{a'}{a} . \frac{360^0}{\vartheta}\right)$ ganze Zahlen geben. Entspricht nun der aus (10) gefundene Werth von ϑ dieser Bedingung nicht, so mufs man einen anderen passenden Werth wählen. Hierbei ist aber festzuhalten, dafs der Werth von ϑ nicht gröfser werden darf, als die Gleichung (10) angiebt, wenn die Zahndicke $\Delta' = (2m - 1) . T$ möglich seyn soll. Man mufs also von dem aus (10) gefundenen Werthe an abwärts zu einem nächst kleineren dieser Bedingung entsprechenden Werth gehen.

Ist auf diese Weise der Theilungswinkel ϑ, und aus diesem die Theilung T gefunden, so kann man für die Zähne des Rades R' die Dicke $\Delta' = (2m - 1) . T$ nehmen; für das Rad R aber wird, wenn man den aus (10) gefundenen Werth von ϑ nicht gebrauchen konnte, also statt dessen den nächst kleineren genommen hat, die Zahndicke Δ nicht $= 2 . (1 - m) . T$, sondern kleiner, vorausgesetzt, dafs (Fig. 4.) der Zahn (1) abfallen soll, wenn der Zahn (2) den vorangehenden ergreift. Ist nämlich m' eben die Zahl für den kleineren Werth von ϑ, wie m für den aus (10) bestimmten gröfseren Werth, so ist für das Rad R die Zahndicke

$$\Delta = 2 . (1 - m') . T.$$

Es

Es ist aber $m' > m$, folglich

$$\triangle < 2.(1-m).T.$$

In diesem Falle bleibt also zwischen den Zähnen (1) und (2') ein freier Raum, der gröfser oder kleiner ist, je nachdem man von dem aus (10) gefundenen Werthe von ϑ mehr oder weniger hat rückwärts gehen müssen. Will man diesen freien Raum nicht ganz als Spielraum lassen, so kann man die Zähne des Rades R', oder des Rades R, oder auch von beiden Rädern zugleich etwas dicker machen.

11. Diese Betrachtungen zeigen, dafs man in Rücksicht der Zahndicken durchaus nicht an den Werth von m gebunden ist, den man in der Gleichung (10) angenommen hat. Ueberdiefs ist die Verschiedenheit aller möglichen Werthe, die man in einzelnen Fällen für zweckmäfsig halten möchte, gar nicht grofs, indem der Werth von m immerhin von den Gränzwerthen $\frac{1}{2}$ und 1 weit abstehen mufs. Deshalb nehme ich als allgemein geltenden Werth $m = \frac{3}{4}$ an, so dafs also $\triangle = \triangle' = \frac{1}{2}T$ wird.

Unter dieser Voraussetzung ist nach (10) die allgemeine Bedingungsgleichung des gröfsten Theilungswinkels folgende:

$$a.\sin\left(\frac{3\vartheta}{4}\right) = a'.(\sin(\vartheta'+\psi)-\sin\psi).\cos\left(\frac{3\vartheta}{4}+\vartheta'+\psi\right)..(11)$$

Ehe die Auflösung dieser Gleichung vorgenommen wird, mufs man entscheiden, wie der ganz willkührliche Winkel ψ beschaffen seyn mufs; nämlich ob ψ von dem Theilungswinkel ϑ oder ϑ', oder von den Halbmessern a und a' abhängen, oder endlich ob ψ einen hiervon ganz unabhängigen Werth haben soll. In den beiden ersten Fällen mufs bei der Auflösung auf die Functionsweise, die man für ψ annimmt, Rücksicht genommen werden; im letzteren Falle aber wird ψ als constante Zahl behandelt.

Ich übergehe für jetzt den zweiten und dritten Fall,

nehme ψ als vom Theilungswinkel ϑ' des Rades R' a hängig, und setze

$$\psi = n.\vartheta' \qquad \ldots\ldots\ldots \; (12).$$

Führt man diefs in (11) ein, setzt zugleich $\vartheta = \frac{a'}{a}$,

und zur Abkürzung $\frac{a'}{a} = \alpha'$, so erhält man:

$$sin\left(\frac{3\alpha'}{4}.\vartheta'\right) = \alpha'.(sin(n+1)\vartheta' - sin\,n.\vartheta'(cos\left(\frac{3\alpha'+4(n+1)}{4}.\vartheta'\right) \quad ..($$

Aus dieser Gleichung entwickle ich nun nicht ϑ', so dern den Werth von $\left(\frac{1}{\vartheta'}\right)$, und zwar in einer Reihe, nach den Potenzen des Bruches $\frac{\alpha'}{1+\alpha'}$ fortgeht. I durch wird der Vortheil gewonnen, dafs man die klein Anzahl der Zähne des Rades R ganz einfach dadurch hält, dafs die für $\left(\frac{1}{\vartheta'}\right)$ gefundene Reihe durch 360 v vielfacht wird. Nennt man, wie oben, $N' = \frac{360}{\vartheta'}$ di Anzahl, so erhält man, weil $\frac{\alpha'}{1+\alpha'} = \frac{a'}{a+a'}$ ist, für eine Reihe von folgender Form:

$$N' = A_0 + A_1.\left(\frac{a'}{a+a'} - h\right)^1$$
$$+ A_2.\left(\frac{a'}{a+a'} - h\right)^2$$
$$+ \ldots\ldots\ldots\ldots$$

Um eine Basis für die numerische Bestimmung der C ficienten A_0, A_1 .... zu erhalten, darf man nur in Gleichung (13) statt $\frac{a'}{a}$ oder α' irgend einen bestimn Werth setzen, wobei diese Gleichung ohne besonc Umwege auflösbar ist. Ein solcher Werth ist z. B.

$$\frac{a'}{a} = \frac{2}{3};$$

nämlich die Gleichung (13) geht in diesem Falle in folgende über:

$$\frac{3}{2} = \cos \vartheta' + \cos 2.(n+1)\vartheta' \quad \ldots (14)$$

und hieraus kann man den Werth von ϑ' ganz leicht finden.

Es würde für diesen Ort viel zu weit führen, wenn ich die allgemeinste Entwicklung durchgeführt angeben wollte; und da eine kurze Andeutung des Ganges ohne Nutzen ist, so spare ich die Mittheilung der allgemeinen Auflösung der Gleichung (13) für eine andere Gelegenheit auf. Dagegen will ich die Reihe von N' für einige bestimmte Fälle vorlegen, die in der Anwendung von Nutzen seyn können.

12. Der erste Fall sey der, wo in der Gleichung (13) $n = \frac{1}{2}$, oder wo (Fig. 4.) der Winkel ψ, den die Seitenlinie $A'i$ eines Zahns vom Rade R' mit dem Halbmesser $A'C'$ bildet, der Hälfte des Theilungswinkels ϑ' gleich ist. In diesem Falle ist die Reihe für N' folgende:

$$\begin{aligned} N' = & \; 19{,}148092 \quad \ldots\ldots (15) \\ & + 15{,}173286.\left(\frac{a'}{a+a'} - \frac{2}{5}\right)^1 \\ & + 25{,}614835.\left(\frac{a'}{a+a'} - \frac{2}{5}\right)^2 \\ & + 42{,}922846.\left(\frac{a'}{a+a'} - \frac{2}{5}\right)^3 \\ & + 52{,}996269.\left(\frac{a'}{a+a'} - \frac{2}{5}\right)^4 \end{aligned}$$

Als zweiter Fall stehe der, wo $n = \frac{1}{4}$, oder wo, wenn man die Zahndicke des Rades R' der halben Theilung gleich macht, die Seiten eines Zahn's (1') parallel sind. Die allgemeine Gleichung für N' ist in diesem Falle:

B 2

$$N' = 16,350271 \quad \ldots\ldots (16)$$
$$+15,432868.\left(\frac{a'}{a+a'}-\frac{2}{5}\right)^1$$
$$+25,823117.\left(\frac{a'}{a+a'}-\frac{2}{5}\right)^2$$
$$+42,777825.\left(\frac{a'}{a+a'}-\frac{2}{5}\right)^3$$
$$+70,917442.\left(\frac{a'}{a+a'}-\frac{2}{5}\right)^4$$

Endlich sey $n = o$, oder die Richtung der Seite $A'i$ des Zahn's (1') falle mit dem Halbmesser $A'C'$ zusammen. In diesem Falle findet man:

$$N' = 13,631849 \quad \ldots\ldots (17)$$
$$+15,687025.\left(\frac{a'}{a+a'}-\frac{2}{5}\right)^1$$
$$+25,936890.\left(\frac{a'}{a+a'}-\frac{2}{5}\right)^2$$
$$+43,108714.\left(\frac{a'}{a+a'}-\frac{2}{5}\right)^3$$
$$+71,798556.\left(\frac{a'}{a+a'}-\frac{2}{5}\right)^4$$

Ich setze die Zahlenwerthe der Coëfficienten ganz so her, wie ich sie gefunden habe; will man von den Reihen in einzelnen Fällen Gebrauch machen, so kann man, vor der Rechnung, von den Decimalstellen so viele vernachlässigen, als überflüssig scheinen.

Uebrigens convergiren die Reihen in allen Fällen sehr stark, obgleich die Coëfficienten zunehmen.

13. Die Gleichungen (15)—(17) geben für den einzelnen Fall die kleinste Anzahl Zähne an, die man dem Rade R' geben kann, wenn die Zahndicke beider Räder der halben Theilung gleich seyn soll. Hat man also im besonderen Falle nach einer dieser Gleichungen den Werth von N' berechnet, und dafür, was wohl meistens vorkömmt, eine ganze Zahl nebst einem Bruche ge-

funden, so darf man diesen nicht vernachlässigen, sondern man mufs die Einheit dafür nehmen.

Ist auf diese Weise N' gefunden, so hängt die Richtigkeit dieses Werthes noch davon ab, ob er der Bedingung

$$N = \frac{a}{a'} . N'$$

genügt, wo N die Anzahl der Zähne des Rades R ist. Entspricht er dieser Bedingung nicht, so mufs man so viele Einheiten hinzufügen, als nothwendig sind, damit $\left(\frac{a}{a'} . N'\right)$ eine ganze Zahl wird.

14. Von der kleinsten Anzahl N und N' der Zähne kann man jetzt auch mit Sicherheit zu jeder beliebigen gröfseren gehen. Sind nämlich N'_1, N'_2, ... ganze Zahlen, gröfser als N', und so beschaffen, dafs die Ausdrücke $\frac{a}{a'} . N'_1$, $\frac{a}{a'} . N'_2$, ... zu ganzen Zahlen führen, so geben die Gleichungen

$$N_1 = \frac{a}{a'} . N'_1, \quad N_2 = \frac{a}{a'} . N'_2, \ldots$$

die Zähnezahl N_1, N_2, ... des Rades R an, die zu der angenommenen Anzahl N'_1, N'_2, ... des Rades R' gehört.

Macht man nach diesem Verfahren die Zähnezahl gröfser, so erhält man in Bezug auf die Anordnung der Zahndicken mehr Freiheit. Wenn (Fig. 5.) den beiden Rädern R und R' mehr Zähne gegeben werden, als die kleinste Anzahl beträgt, und der Zahn (1) des Rades R nur so grofs seyn soll, dafs zwischen (1) und (1') der letzte Berührungspunkt in D ist in dem Augenblick, wo der Zahn (2) den vorangehenden (2') ergreift, also der Zahn (1) die Gröfse ADb erhält, so kann die Dicke des Zahn's (2') nicht allein der halben Theilung des Rades R' gleich, sondern noch gröfser genommen, und nebenbei ein Spielraum gelassen werden. Will man diefs nicht,

und die Einrichtung treffen, dafs der Zahn (1) dicker und länger werde, um sowohl Stärke zu gewinnen, als auch das frühe Abfallen zu vermeiden, so kann man für die Zahndicke einen Bogen AB nehmen, der in eben dem Maafse gröfser als Ab ist, als Ab zu klein scheint, und die Curve AD bis K verlängern.

Bei dieser letzteren Einrichtung kann man auch, um die Zähne nicht länger zu machen, als die Sicherheit des ununterbrochenen Ganges es verlangt, den Zahn (1) über D abschneiden, und danach auch die Zahnlänge des Rades R' verringern. Um aber sicher zu gehen, dafs man dabei die Zahnlänge von (1) nicht kleiner als De mache, mufs man diese kleinste Zahnlänge vorher bestimmen, welches sowohl durch Rechnung als durch Zeichnung geschehen kann.

Es seyen ϑ und ϑ' die zur angenommenen Zähnezahl gehörigen Theilungswinkel, und $De = l$, so hat man in dem Dreieck CDE

$$(a+l)^2 = a^2 + DE^2 - 2.a.DE.\cos DEC.$$

Es ist aber $DEC = 90^\circ + \vartheta' + \psi$, und nach dem früheren

$$DE = a'.(\sin(\vartheta' + \psi) - \sin\psi),$$

folglich

$$\left.\begin{aligned}(a+l)^2 = a^2 + a'^2.(\sin(\vartheta'+\psi) - \sin\psi)^2 \\ +2a.a'.(\sin(\vartheta'+\psi) - \sin\psi).\sin(\vartheta'+\psi)\end{aligned}\right\}..(18).$$

Hieraus kann man die kleinste Zahnlänge l berechnen.

Um eben diese Gröfse durch Zeichnung zu finden, trage man (Fig. 6.) auf einer graden Linie AB den Halbmesser a' von A nach B, und in B an BA den Winkel $ABC = \vartheta'$; ziehe ferner aus B mit BA den Bogen AC, trage in C an CB den Winkel $BCD = \psi$, und ziehe aus A eine Linie AE zu CD senkrecht; endlich trage man in A an AE den Winkel $EAF = 90^\circ + \vartheta' + \psi$, mache $AF = a$, und verbinde F mit E. Nimmt man nun $FG = FA$, so ist der kleine Theil GE die gesuchte kleinste Zahnlänge.

15. Ich gehe zu einem zweiten besonderen Falle, und nehme an, die Zahnform des einen Rades sey ein Kreis.

Wenn (Fig. 7.) wieder die früheren Bezeichnungen beibehalten werden, so sey die Zahnform des Rades R' ein Kreis, dessen Mittelpunkt im Endpunkt B' des Halbmessers $C'B'$, und dessen Halbmesser $B'D=b$ ist. Bei der in der Zeichnung angenommenen Stellung sey D der Berührungspunkt, u die Abscisse, von B' an auf $B'C'$ gerechnet, und v die Ordinate dieses Punkts, so ist

$$b^2=u^2+v^2.$$

Sind ferner $CE=x$ und $DE=y$ die senkrechten Coordinaten des Punkts D in Rücksicht CB, so finden zwischen $uvxy$ die Gleichungen (3) und (4) statt, und wenn man hier statt u und v ihre Werthe aus (3) einführt, so entsteht:

$$b^2=(x-x')^2+(y-y')^2,$$

wo x' und y, Hilfsgröfsen sind, deren Werthe die Gleichungen (4) angeben. Diese Gleichung wird hinsichtlich φ' differentiirt, und dann mit der dadurch entstandenen Gleichung, nämlich mit

$$(x-x').\cos\left(\varphi+\frac{\varphi'}{2}\right)=-(y-y').\sin\left(\varphi+\frac{\varphi'}{2}\right)$$

verbunden; man erhält

$$\left.\begin{aligned} x&=(a+a').\cos\varphi-a'.\cos(\varphi+\varphi')-b.\sin\left(\varphi+\frac{\varphi'}{2}\right)\\ y&=(a+a').\sin\varphi-a'.\sin(\varphi+\varphi')+b.\cos\left(\varphi+\frac{\varphi'}{2}\right)\end{aligned}\right\}\ldots(19)$$

welches die Gleichungen der anliegenden Zahnform des Rades R sind.

Diesen Gleichungen kann man für den Zweck der Untersuchung eine passendere Form geben. Nimmt man nämlich an, es sey π ein solcher Winkel, dafs

$$b=2.a'.\sin\left(\frac{\pi}{2}\right) \qquad \ldots . (20)$$

und führt diefs statt b in (19) ein, so ergeben sich die Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned} x &= a.\cos\varphi + 2a'.\left(\sin\left(\frac{\varphi'}{2}\right) - \sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\right).\sin\left(\varphi + \frac{\varphi'}{2}\right) \\ y &= a.\sin\varphi - 2.a'.\left(\sin\left(\frac{\varphi'}{2}\right) - \sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\right).\cos\left(\varphi + \frac{\varphi'}{2}\right) \end{aligned}\right\} \ldots (21)$$

aus denen man mehrere Eigenschaften der Zahnform ganz leicht ableiten kann.

16. Die Form dieser Gleichungen (21) zeigt gleich einen einfachen Weg zur zeichnenden Bestimmung einzelner Punkte der Curve. Angenommen, der Punkt D der Zahncurve, dem die Winkel φ und φ' zugehören, sey nicht bekannt, so ziehe man aus A die Sehne AB' nach dem Mittelpunkte B', und eine Linie AG senkrecht zu CB; ferner fälle man aus dem Punkte D, worin die Sehne AB' dem Umfang des Triebstocks begegnet, auf AG eine senkrechte Linie DH, und auf CB die senkrechte Linie DE. Unter dieser Voraussetzung ist:

$$CG = a.\cos\varphi, \quad AG = a.\sin\varphi,$$

ferner

$$AB' = 2a'.\sin\left(\frac{\varphi'}{2}\right), \quad B'D = 2a'.\sin\left(\frac{\pi}{2}\right),$$

also

$$AD = 2a'.\left(\sin\left(\frac{\varphi'}{2}\right) - \sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\right).$$

Endlich ist der Winkel $DAH = \varphi + \frac{\varphi'}{2}$, mithin

$$DH = AD.\sin\left(\varphi + \frac{\varphi'}{2}\right)$$

$$AH = AD.\cos\left(\varphi + \frac{\varphi'}{2}\right).$$

Bemerkt man nun, dafs

$$CG + DH = CE, \quad AG - AH = DE,$$

und führt hierin statt CG, DH, ... die eben gefundenen Werthe ein, so ergeben sich für CE und DE eben die Ausdrücke, welche in (21) für die Coordinaten x und y angegeben sind.

Daraus folgt, dafs der Punkt D, worin die Sehne $A'B$ dem Umfang des Triebstocks begegnet, ein Punkt der Zahnform des Rades R ist.

Hieran schliefst sich sogleich eine weitere Folge. Bemerkt man nämlich, dafs der Umfang des Triebstocks und die anliegende Zahnform des Rades R im Berührungspunkte D einerlei Tangente haben, so ergiebt sich unmittelbar, dafs AD die Normale des Punkts D von der Zahnform des Rades R ist.

Die Normale AD werde rückwärts verlängt bis I im Umfang des Rades R, und I mit C verbunden, so ist

$$ACI = \varphi' \qquad \ldots\ldots (22)$$

Diese Wahrheit giebt ein höchst einfaches Mittel an die Hand, für jeden Punkt der Zahnform des Rades R, der zu bestimmten Werthen von φ und φ' gehört, die Richtung der Normale durch Zeichnung zu finden, ohne den Umfang des Rades R' und die Stellung des Triebstocks in der Zeichnung auszudrücken. Nämlich zeichnet man zuerst die Schenkel CB und CA des Winkels φ, trägt in C an CA den Winkel $ACI = \varphi' = \frac{a}{a'}.\varphi$, und zieht durch A und I eine grade Linie, so ist diese die Normale jenes Punkts der Zahnform, dem die aufgetragenen Winkel φ und φ' zugehören.

Wegen dieser einfachen Bestimmung der Normale kann man nun auch die Curve selbst leicht zeichnen. Nach dem, was schon oben angegeben ist, braucht man nur den Anfangspunkt der Curve und die Normale dieses Punkts zu bestimmen, und dann die Normalen anderer, einander sehr nahen, Punkte zu zeichnen; die Durchschnittspunkte von je zwei nächsten Normalen sind alsdann die Mittelpunkte einzelner Kreisbogen, aus denen man die verlangte Curve zusammensetzen kann.

Ehe ich aber diefs Verfahren vorlege, will ich über die Gestalt der Curve noch eine kleine Untersuchung anstellen; es ist diefs in keiner Beziehung überflüssig, da

es eigentlich noch nie geschehen, wenn gleich seit de la Hire, der diese Curve zuerst zeichnen lehrte, gar viel und vielerlei darüber geredet worden ist.

17. Verbindet man den Mittelpunkt C mit dem Punkte D der Zahncurve, und setzt $CD=z$, so hat man in dem Dreieck CAD

$$z^2=a^2+AD^2-2a.AD.\cos CAD.$$

Es ist aber der Winkel $CAD=90^0+\frac{\varphi'}{2}$, und nach §. 16.

$$AD=2a'.\left(\sin\left(\frac{\varphi'}{2}\right)-\sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\right),$$

folglich

$$\left.\begin{array}{l} z^2=a^2+4a'^2.\left(\sin\frac{\varphi'}{2}-\sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\right)^2 \\ \quad +4a.a'.\left(\sin\left(\frac{\varphi'}{2}\right)-\sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\right).\sin\left(\frac{\varphi'}{2}\right) \end{array}\right\}\ldots\ldots(23)$$

oder in anderer Gestalt:

$$z^2=a^2+4a'.\left(\sin\left(\frac{\varphi'}{2}\right)-\sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\right).\left((a+a')\sin\left(\frac{\varphi'}{2}\right)-a'.\sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\right)\ldots(24)$$

Diese Gleichung (23) oder (24) enthält das Gesetz, wonach die Entfernungen einzelner Punkte der Zahnform vom Mittelpunkte C bestimmt werden.

Für den ersten Punkt der Curve, d. h. für jenen, dessen zugehöriger Winkel $\varphi'=o$ ist, erhält man hieraus:

$$z^2=a^2+4a'^2.\sin\left(\frac{\pi}{2}\right)^2=a^2+b^2,$$

und diefs zeigt, dafs der erste Punkt der Curve aufser dem Umfang des Rades R ist.

Von hier an geht die Curve nun abwärts, oder über den Umfang des Rades R hinein, kekrt wieder um, geht nochmals durch den genannten Umfang, und dann in einer einfach fortlaufenden Krümmung fort. Um sich von diesem Gang der Curve zu überzeugen, darf man in (24) nur $z=a$ setzen; man erhält die Bedingungsgleichung:

$$o=\left(\sin\left(\frac{\varphi'}{2}\right)-\sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\right).\left((a+a').\sin\left(\frac{\varphi'}{2}\right)-a'.\sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\right).$$

Da dieser Gleichung auf zwei Weisen Genüge geschehen kann, entweder dadurch, dafs

$$sin\left(\frac{\varphi'}{2}\right)=\frac{a'}{a+a'}.sin\left(\frac{\pi}{2}\right) \quad \ldots (25)$$

oder auch dadurch, dafs

$$\varphi'=\pi \quad \ldots\ldots\ldots (26)$$

so folgt, dafs zwei Punkte der Curve in dem Umfang des Rades R sind. Der erste, dem Anfangspunkt nähere, ist jener Punkt, dessen zugehöriger Winkel φ' den in (25) angezeigten Werth hat; der zweite dagegen, jener, dessen zugehöriger Winkel $\varphi'=\pi$ ist.

Da der zum Wendungspunkte der Curve gehörige Werth von z der kleinste ist, so wird jener Werth des Winkels φ', der dem Wendungspunkte zugehört, durch Gleichung

$$\frac{dz}{d\varphi'}=o$$

bestimmt. Man erhält für diesen Zweck aus (24) die Gleichung

$$o=cos\left(\frac{\varphi'}{2}\right).\left(2.(a+a')sin\left(\frac{\varphi'}{2}\right)-(a+2a')sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\right)$$

welcher wieder auf zweierlei Art genügt werden kann: entweder wenn

$$\varphi'=180^o \quad \ldots\ldots\ldots (27)$$

oder wenn

$$sin\left(\frac{\varphi'}{2}\right)=\tfrac{1}{2}.\frac{a+2a'}{a+a'}.sin\left(\frac{\pi}{2}\right) \quad \ldots (28).$$

Der erste in (27) bezeichnete Werth von φ' gehört offenbar dem von C entferntesten Punkte der Curve an; dagegen giebt die Gleichung (28) jenen Werth von φ' an, der zu dem tiefsten oder zu dem Wendungspunkte gehört.

Um den Abstand des Wendungspunkts der Curve von dem Mittelpunkte C kennen zu lernen, führe man den in (28) angegebenen Werth von φ' in der Gleichung (24) ein; man erhält:

$$z^2=a^2-\tfrac{1}{4}.\frac{a^2}{a+a'}.sin\left(\frac{\pi}{2}\right)^2 \quad \ldots (29)$$

Da nun dieser Werth von z kleiner als a ist, so folg dafs der Wendungspunkt der Curve innerhalb des Um fangs des Rades R ist.

Die Curve hat übrigens, wie leicht gezeigt werde kann, keinen doppelten Punkt; wenn man sie im Gro fsen zeichnet, so erhält man, vom Anfangspunkte an ge rechnet, eine Form, die mit dem Wurzelzeichen $\surd$ grofs Aehnlichkeit hat.

Dafs man nach dieser Curve, wenigstens nach ihren anfänglichen Theile, keinen Zahn abrunden kann, lieg am Tage; eben so wird aber auch einleuchten, dafs ma dabei, ohne recht ordentlich zu pfuschen, die abnorm Form nicht vernachlässigen, und nach Willkühr etwa anderes nicht substituiren darf. Die Curve wird zur Ab rundung des Zahns brauchbar erst von dem Punkte au welcher dem Mittelpunkte C des Rades R am nächste ist, also von jenem Punkte, dessen zugehöriger Win kel φ' durch die Gleichung (28) bestimmt wird. Die ser Werth von φ' kann zwar immerhin, nicht blos durc Rechnung, sondern auch durch Zeichnung gefunden, un die Curve selbst von dem zugehörigen Punkte auch ge zeichnet werden; aber die Bestimmung ist, wie ich glaub für die Anwendung viel zu umständlich, und eben daru nicht sehr einladend. Ueberdiefs liegt auch durchau nichts daran, ob man diesen tiefsten, oder einen diese sehr nahen aber späteren Punkt der Curve als Anfang punkt der Abrundungsform annimmt. Aus diesen Grün den schlage ich vor: als Anfangspunkt der Zahnform je nen anzunehmen, in welchem die Curve zum zweite Male durch den Umfang des Rades R geht, und desse zugehöriger Winkel $\varphi' = \pi$ ist.

18. Von diesem Punkte an geschieht nun die Zeic nung der Curve auf folgende Weise.

Man zeichnet (Fig. 8.) den Umfang des Rades R nimmt darin einen Punkt A an, von dem aus die Curv gehen soll, zieht den Halbmesser CA, und trägt in

ı CA auf einer Seite den Winkel $ACB = \pi$, auf der ıdern Seite aber den Winkel $ACE = \frac{a'}{a} . \pi$ an. In C ı CE werden nun mehrere Winkel ECA', ECA'', CA''', ... angetragen, von welchen der erste ECA' :öſser als ECA, und jeder folgende etwas gröſser als er vorhergehende ist; ferner trägt man an die Schenel CA', CA'', CA''', ... die Winkel $A'CB'$, $A''CB''$, ... 'elche so beschaffen sind, daſs

$$A'CB' = \frac{a}{a'} . ECA'$$

$$A''CB'' = \frac{a}{a'} ECA''$$

. . . .

ıdlich zieht man durch die Punkte A und B, durch A' ıd B', durch A'' und B'', ... grade Linien, und beerkt die Punkte b, b', b'' .... worin die Linien AB ıd $A'B'$, die Linien $A'B'$ und $A''B''$, ... sich schneiən. Zieht man nun aus b mit bA den Bogen $A\alpha$, ıs b' mit $b'\alpha$ den Bogen $\alpha\alpha'$, ..., so ist die Curve $\alpha\alpha'\alpha''$ ... die Abrundungsform für die Zähne des ades R.

19. Wenn man die Zähne des Rades R (Fig. 9.) ıch dieser Form bildet, so geschieht die erste Berühıng zwischen dem Zahne (2) und dem vorangehenden 'riebstock (2') in der Mittelpunkte-Linie CC'. Damit ber hierbei der untere Theil des Zahn's (2) dem Triebock (2') kein Hinderniſs entgegensetze, noch auch beim nfangspunkte E der Abrundung eine Ecke erhalte, so uſs man die Einrichtung treffen, daſs EH die Richtung ər Tangente des Punkts E ist. Diese Richtung ist ganz icht zu erhalten; man darf nur gleich bei der Zeichıng der Abrundungsform (Fig. 8.) durch den Anfangsınkt A eine zur Normale AB senkrechte Linie ziehen.

In Rücksicht der Anzahl der Zähne und Triebstöcke, ie man den beiden Rädern geben kann, ist eine groſse

Mannigfaltigkeit möglich. Um nicht das, was oben sch
gesagt ist, zu wiederholen, nehme ich sogleich an, m
wolle die Einrichtung treffen, dafs (Fig. 9.) der ober
Punkt D des Zahns (1) in dem Augenblick, wo d
Triebstock (2') von dem Zahne (2) ergriffen wird, d
Berührungspunkt zwischen dem Zahne (1) und dem Trie
stock (1') sey. Nennt man zur Abkürzung

$T = AE = A'B'$ die Theilung

$\Delta = AB$ die Dicke der Zähne des Rades R

$\Delta' = 2 . B'E$ die Dicke der Triebstöcke, nach dem Um fang des Rades R' gerechnet,

$\vartheta = ACE$ den Theilungswinkel des Rades R

$\vartheta' = A'C'B'$ - - - - R'

und wie vorher

$\pi = B'C'E$ den Winkel, der an C' der halben Dicke eines Triebstocks entspricht,

so sey die Theilung der Räder und die Dicke der Zäh
so beschaffen, dafs

$$\Delta = 2 . (1 - m) . T, \quad \Delta' = (2m - 1) . T,$$

also auch $\pi = \frac{2m-1}{2} . \vartheta'$.

Die Möglichkeit dieser Voraussetzung beruht darauf, da

$$DCE = m . \vartheta$$

ist.

Um nun die Bestimmungsweise jenes Werthes von
kennen zu lernen, bei welchem die letzte Gleichung St
hat, ziehe man CD, und bemerke, dafs in dem Dreie
CDE

$$a . \sin m . \vartheta = ED . \sin EDC.$$

Es ist aber der Winkel $CDE = 90^0 - \left(m . \vartheta + \frac{\vartheta' + \pi}{2}\right)$

$$= 90^0 - \left(m\vartheta + \frac{2m+1}{4} \vartheta'\right)$$

und nach §. 16.

$$ED = 2a' . \left(\sin\left(\frac{\vartheta' + \pi}{2}\right) = \sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\right)$$

$$= 2a' . \left(\sin\left(\frac{2m+1}{4} . \vartheta'\right) - \sin\left(\frac{2m-1}{4} . \vartheta'\right)\right).$$

olglich

$$\iota . \sin m.\vartheta = 2a'.\left(\sin\left(\frac{2m+1}{4}.\vartheta'\right)-\sin\left(\frac{2m-1}{4}.\vartheta'\right)\right).\cos\left(m\vartheta+\frac{2m+1}{4}.\vartheta'\right)\ldots(30)$$

Setzt man hierin noch $\vartheta' = \frac{a}{a'}.\vartheta$, so kann man jenen Werth von ϑ finden, wobei der Winkel $DCE = m.\vartheta$ ist.

Es ist aus dem früheren bekannt, dafs die Allgemeinheit der Untersuchung nicht gestört wird, wenn $m = \frac{3}{4}$ setzt, so dafs

$$\Delta = \Delta' = \tfrac{1}{2}\,T$$
$$\pi = \tfrac{1}{4}\vartheta'$$

wird. Für diese Voraussetzung erhält man aus (30), wenn man $\vartheta = \frac{a'}{a}.\vartheta'$ einführt und zur Abkürzung $\alpha' = \frac{a'}{a}$ setzt, die Bedingungsgleichung

$$\sin\left(\frac{3\alpha'.\vartheta'}{4}\right) = 2.\alpha'.\left(\sin\left(\frac{5\vartheta'}{8}\right) - \sin\left(\frac{\vartheta'}{8}\right)\right).\cos\left(\frac{6\alpha'+5}{8}\vartheta'\right)\quad\ldots(31)$$

Bei der Auflösung dieser Gleichung verfahre ich eben so, wie bei der obigen Gleichung (13); ich suche nicht ϑ', sondern entwickle den Werth von $\left(\frac{1}{\vartheta'}\right)$ in einer Reihe nach den Potenzen des Bruches $\frac{a}{a+a'}$ geordnet, und vervielfache diese Reihe durch 360°.

Nennt man nun

$N' = \frac{360^{\circ}}{\vartheta'}$ die Anzahl der Triebstöcke des Rades R',

so finde ich

$$\begin{aligned} N' = {} & 8{,}175136 \qquad\ldots\ldots(32)\\ & + 9{,}877037.\left(\frac{a'}{a+a'}-\tfrac{1}{4}\right)^1\\ & + 13{,}252670.\left(\frac{a'}{a+a'}-\tfrac{1}{4}\right)^2\\ & + 17{,}373883.\left(\frac{a'}{a+a'}-\tfrac{1}{4}\right)^3\\ & + 23{,}211351.\left(\frac{a'}{a+a'}-\tfrac{1}{4}\right)^4 \end{aligned}$$

Diese Gleichung giebt für jeden Fall die kleinste Anzal Triebstöcke des Rades R' an.

20. Ich übergehe alles, was aus dem früher Ge sagten hier angewendet werden kann, und füge nur noc bei, wie man die kleinste Länge der Zähne des Rades I findet, die bei irgend einer, aus der gewählten Anzal Triebstöcke und Zähne hergeleiteten Theilung wenigste genommen werden mufs.

Ist l diese nothwendige Länge, und haben $\vartheta' \pi$ di vorige Bedeutung, so erhält man aus (23), wenn ma dort

$$a+l \text{ statt } z$$
$$\vartheta'+\pi \text{ statt } \varphi'$$

setzt, die Bestimmungsgleichung:

$$\left.\begin{array}{l}(a+l)^2=a^2+4a'^2.\left(sin\left(\frac{\vartheta'+\pi}{2}\right)-sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\right)^2 \\ \quad +4aa'.\left(sin\left(\frac{\vartheta'+\pi}{2}\right)-sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\right)sin\left(\frac{\vartheta'+\pi}{2}\right)\end{array}\right\} \quad \ldots (3$$

Um eben diese Länge durch Zeichnung zu finde verfährt man auf folgende Weise.

Man trägt (Fig. 10.) den Halbmesser a' des Rades I auf eine Linie von A nach B, zieht damit aus B eine Bogen AD, trägt die Theilung des Rades R' von nach C, und die halbe Dicke eines Triebstocks von nach D, verbindet D mit A, und zieht aus D mit de Entfernung DC den Bogen CE. Ferner trägt man i A an AD den Winkel $DAF = 90^0 + \frac{\vartheta'+\pi}{2}$, mac $AF = a$ dem Halbmesser des Rades R, und verbind F mit E. Macht man endlich $FG = FA = a$, so i GE die gesuchte kleinste Zahnlänge des Rades R.

I

II. *Nachträge zu meinen Untersuchungen über das Thermometer* *); *von* P. N. C. Egen.

1. Die Veränderungen des Aufthaupunkts und die Festlegung des Siedepunkts.

Im letzt verflossenen Winter machte ich an den Thermometern No. XIII., XIV., XV. und XVI. viele Beobachtungen über die Verrückung des Aufthaupunkts und die Bestimmung des Siedepunkts. Da diese Beobachtungen mit großer Sorgfalt und Genauigkeit angestellt worden sind, da sie die Folgerungen aus den früheren Beobachtungen theils bestätigen, theils neue Ansichten eröffnen; so halte ich sie um so mehr der öffentlichen Mittheilung werth, als sie in tabellarischer Zusammenstellung wenig Raum einnehmen. Die Thermometer sind neu; sie sind durchaus luftleer. Im Anfange des Jahrs 1827 wurde an ihnen zuerst beobachtet. Der drei letztern ist schon früher Erwähnung geschehen. Die folgenden Angaben lehren sie näher kennen.

	No. XIII.	XIV.	XV.	XVI.
Gröfse eines Theils beim Aufthaupunkte	0°,00479	0°,00490	0°,00546	0°,00478
Gröfse eines Theils beim Siedepunkte	0°,00455	0°,00480	0°,00535	0°,00475
Dicke der Kugel in rhein. Decimalzollen	0,26	0,29	0,35	0,36
Dicke der Röhre in rhein. Decimalzollen	0,12	0,12	0,10	0,10

Die Zahlen in folgender Tabelle sind die Resultate von Reihen von wenigstens fünf, genau übereinstimmenden, Beobachtungen. Bei der Beobachtung des Siedepunkts wurde das Wasser aus geschmolzenem, reinem Schnee in lebhaftem Sieden erhalten. Die Schieber-Oeffnung betrug überall 10 Linien. Der Barometerstand wurde unmittelbar vor und nach den Beobachtungen des Siedepunkts abgelesen, und aus beiden Ständen das Mittel genommen.

*) Man sehe diese Ann. Bd. 87. S. 276. 335. u. 517.

Datum.	Thermo-meter.	thaupunkts vor d. Erwärmung.	Stand auf 0° reducirt.	Siedepunkts.	thaupkts. nach dem Erkalten.	Durch die Erwärmung.	Durch den Luft-druck.
1827. 25. Novemb.	XIII.	6227	334,74	27616	6212	—15	+ —
	XIV.	5924	-	26406	5913	11	—
	XV.	6998	-	25365	6984	14	—
	XVI.	6252	-	27337	6239	13	—
— 26. November.	XIII.	6216	338,04	27784	6211	— 5	+ 4 in 1 Tage.
	XIV.	5917	-	26476	5910	7	6 - - -
	XV.	6988	-	25423	6979	9	4 - - -
	XVI.	6242	-	27397	6231	11	3 - - -
1828. 16. Januar.	XIII.	6222	334,42	27607	6215	— 7	+ 11 in 51 Tagen.
	XIV.	5926	-	26401	5920	6	16 - - -
	XV.	6995	-	25356	6983	12	16 - - -
	XVI.	6250	-	27322	6242	8	19 - - -
Denselben Tag unmittelbar nachher.	XIII.	6215	334,54	27613	6215	— 0	+ —
	XIV.	5920	-	26409	5920	0	—
	XV.	6983	-	25360	6983	0	—
	XVI.	6242	-	27333	6242	0	—
— 17. Januar.	XIII.	6219	338,09	27687	nicht beob-achtet.	—	+ 4 in 1 Tage.
	XIV.	5923	-	26478		—	3 - - -
	XV.	6987	-	25427		—	4 - - -
	XVI.	6244	-	27402		—	2 - - -

Datum.	No. der Thermometer.	Lage des Aufthaupunkts vor d. Erwärmung.	Barometer-Stand auf 0° reducirt.	Lage des Siedepunkts.	Lage des Aufthaupkts. nach dem Erkalten.	Verrückung des Aufthaupunkts. Durch die Erwärmung.	Verrückung des Aufthaupunkts. Durch den Luftdruck.
1828. 19. Januar.	XIII.	6221	338,30	27689	6216	— 5	+ —
	XIV.	5925	-	26474	5921	4	—
	XV.	6988	-	25422	6984	4	—
	XVI.	6240	-	27392	6237	3	—
Denselben Tag unmittelbar nachher.	XIII.	6216	338,28	27678	6215	— 1	+ —
	XIV.	5921	-	26474	5921	0	—
	XV.	6984	-	25422	6983	— 1	—
	XVI.	6237	-	27392	6238	+ 1	—
— 20. Januar.	XIII.	6220	337,92	27672	6220	— 0	+ 5 in 1 Tag.
	XIV.	5929	-	26464	5929	0	8 - - -
	XV.	6990	-	25413	6992	+ 2	7 - - -
	XVI.	6242	-	27385	6248	+ 6	4 - - -
Denselben Tag unmittelbar nachher.	XIII.	6220	337,96	27668	6221	+ 1	—
	XIV.	5929	-	26465	5928	— 1	—
	XV.	6992	-	25415	6995	+ 3	—
	XVI.	6448	-	27387	6449	+ 1	—
— 16 Februar.	XIII.	6221	331,75	27559	6213	— 8	+ 0 in 27 Tagen.
	XIV.	5932	-	26356	5920	12	4 - - -
	XV.	6989	-	25315	6987	12	4 - - -

Datum.	No. der Thermometer.	Lage des Aufthaupunkts vor d. Erwärmung.	Barometer-Stand auf 0° reducirt.	Lage des Siedepunkts.	Lage des Aufthaupkts. nach dem Erkalten.	Verrückung des Aufthaupunkts. Durch die Erwärmung.	Verrückung des Aufthaupunkts. Durch den Luftdruck.
1828. 17. Februar.	XIII.	6217	332,95	27584	6216	−1	+4 in 1 Tag.
	XIV.	5923	-	26377	5923	0	3 - - -
	XV.	6987	-	25331	6986	1	0 - - -
	XVI.	6437	-	27292	6433	4	2 - - -
Denselben Tag unmittelbar nachher.	XIII.	6216	332,38	27574	6219	+3	—
	XIV.	5923	-	26366	5923	0	—
	XV.	6986	-	25320	6988	+2	—
	XVI.	6433	-	27278	6429	−4	—
— 19. Februar.	XIII.	6222	328,13	27503	6216	−6	+3 in 2 Tagen.
	XIV.	5926	-	26294	5920	6	3 - - -
	XV.	6989	-	25255	6980	9	1 - - -
	XVI.	6432	-	27209	6430	2	3 - - -
Denselben Tag unmittelbar nachher.	XIII.	6216	328,08	27500	6217	+1	—
	XIV.	5920	-	26289	5920	0	—
	XV.	6980	-	25248	6983	3	—
	XVI.	6430	-	27202	6433	3	—
— 20. Februar.	XIII.	6221	329,35	27526	6219	−2	+4 in 1 Tag.
	XIV.	5924	-	26316	5922	2	4 - - -
	XV.	6983	-	25270	6979	4	0 - - -
	XVI.	6439	-	27236	6435	4	6 - - -

Datum.	No. der Thermometer.	Lage des Aufthaupunkts vor d. Erwärmung.	Barometer-Stand auf 0° reducirt.	Lage des Siedepunkts.	Lage des Aufthaupkts. nach dem Erkalten,	Verrückung des Aufthaupunkts. Durch die Erwärmung.	Verrückung des Aufthaupunkts. Durch den Luftdruck.
Denselben Tag unmittelbar nachher.	XIII.	6219	329,20	27525	6219	—0	—
	XIV.	5922	-	26314	5921	1	—
	XV.	6979	-	25265	6975	4	—
	XVI.	6435	-	27224	6435	0	—
1828. 8. März.	XIII.	6230	—	—	—	—	+ 11 in 17 Tagen.
	XIV.	5931	—	—	—	—	9 - - -
	XV.	6980	—	—	—	—	1 - - -
	XVI.	6442	—	—	—	—	7 - - -
— 4. April.	XIII.	6230	—	Nach einer Erwärmung bis zu 40°	6228	—2	+ 0 in 22 Tagen.
	XIV.	5931	—		5929	2	0 - - -
	XV.	6981	—		6981	0	1 - - -
	XVI.	6442	—		6441	1	0 - - -
— 5. April	XIII.	6228	—	—	—	—	+ 0 in 1 Tag.
	XIV.	5932	—	—	—	—	3 - - -
	XV.	6982	—	—	—	—	1 - - -
	XVI.	6441	—	—	—	—	0 - - -

Sämmtliche Thermometer wurden zu gleicher Zeit und möglichst unter denselben Umständen langsam erwärmt, und langsam wieder abgekühlt. Dennoch zeigt die Verrückung des Aufthaupunktes einen sehr unregelmäfsigen Gang; in Beobachtungsfehlern liegt der Grund nicht, weil diese nie 1 Theil betragen. Die stärkste Erniedrigung nach einer einzelnen Erwärmung beträgt 0°,081 C. Bei den frühern Thermometern traten noch stärkere Erniedrigungen ein. Ueberhaupt ergaben sich hier die stärksten Erniedrigungen, wenn die Thermometer längere Zeit hindurch nicht erwärmt worden waren; dasselbe zeigte sich auch in den früheren Beobachtungen. Wurden die Thermometer unmittelbar nach einander zwei Mal erwärmt, so zeigte sich zum zweiten Male entweder gar keine, oder nur eine geringe Verrückung des Aufthaupunkts, die bald eine Erhöhung, bald eine Erniedrigung war. Dieser Umstand stimmt völlig mit der früher aufgestellten Ansicht des Grundes dieser Veränderung im Thermometer überein. Die ganze Verrückung des Aufthaupunktes ist bei den hier untersuchten Thermometern wenig beträchtlich; sie beträgt der Nummerfolge nach im Maximum 12—15—18—22 Theile, oder 0°,057—0°,074 —0°,098—0°,105 C.; sie scheint also hier mit der Dünne der Kugelwände zuzunehmen. Diese Verrückung durch fortgesetzte Erwärmung und Abkühlung noch weiter zu treiben, würde wohl nicht möglich gewesen seyn.

Reducirt man die Lage des Siedepunkts auf eine constante Lage des Aufthaupunkts, und bezeichnet man die Lage des Siedepunkts beim niedrigsten Barometerstande mit Null, so erhält man folgende Tabelle, in welcher diejenigen Beobachtungen, die fast bei gleichem Barometerstande angestellt wurden, in ihrem mittlern Werthe aufgestellt worden sind.

Fortlaufende Nummer	Datum.	Barometer.	Lage des Siedepunkts.			
			XIII.	XIV.	XV.	XVI.
1.	19. Febr. 28.	328,10	0	0	0	0
2.	20. Febr. 28.	329,27	22	23	19	29
3.	16. Febr. 28.	331,75	55	55	59	61
4.	17. Febr. 28.	332,66	79	80	72	76
5.	16. Jan. 28.	334,48	108	113	102	118
6.	25. Nov. 27.	334,74	106	113	100	121
7.	20. Jan. 28.	337,94	167	166	156	177
8.	26. Nov. 27. u. 17. Jan. 28.	338,06	185	188	170	192
9.	19. Jan 28.	338,29	179	182	169	189

Combinirt man je 2 dieser Beobachtungen, deren Barometerstände mehrere Linien aus einander liegen, mit einander, so erhält man für die Veränderung des Siedepunkts bei einer Veränderung im Luftdrucke von einer Linie Quecksilberhöhe folgende Werthe:

Nummer der combinirten Beobachtungen.	Veränderungen des Siedepunkts für jede Linien-Veränderung des Barometers.			
	XIII.	XIV.	XV.	XVI.
1 und 5	16,9	17,7	16,0	18,5
1 - 6	16,0	17,0	15,1	18,2
1 - 7	17,0	16,9	15,9	18,2
1 - 8	18,5	18,9	17,1	19,3
1 - 9	17,5	17,8	16,6	18,6
2 - 5	16,5	17,3	15,9	17,1
2 - 6	15,4	16,5	14,8	16,8
2 - 7	16,7	16,5	15,8	17,1
2 - 8	18,5	18,8	17,2	18,6
2 - 9	17,4	17,6	16,6	17,7
3 - 7	18,1	18,0	15,7	18,7
3 - 8	20,6	21,1	17,6	20,8
3 - 9	19,0	19,4	16,8	19,6
4 - 7	16,7	16,3	15,9	19,1
4 - 8	19,7	20,0	18,1	21,5
4 - 9	17,8	18,1	17,2	20,1
5 - 9	18,6	18,1	17,6	18,6
Mittel in Theilen	17,7	18,0	16,5	18,7
Mittel in Graden	0°,0848	0°,0865	0°,0886	0°,0889

Also das Mittel nach den Thermom.	XIII., XIV., XV., XVI.	$=0^{\circ},0872$
Es war - - - -	VII., VIII., IX., X.	$=0^{\circ},0910$
- - - -	I. II.	$=0^{\circ},0860$
Mittel nach allen diesen Thermometern		$=0^{\circ},0881$

Ständen die hier berechneten Beobachtungen allein, so sollte man versucht werden, aus ihnen zu schliefsen, die Gröfse der Verrückung des Siedepunkts hänge nicht allein vom Luftdrucke, sondern auch von der Dicke der Kugelwände ab. Gegen diese Folgerung, von welcher auch übrigens kein Grund möchte aufzufinden seyn, sprechen aber die Beobachtungen an den Thermometern VII., VIII., IX. und X. Die Thermometer VII. und X. haben die dickern, VIII. und IX. die dünnern Kugelwände; die Verrückung des Siedepunkts beträgt aber beziehungsweise $0^{\circ},094$ und $0^{\circ},091$, ferner $0^{\circ},089$ und $0^{\circ},092$, wie diefs frühere Berechnungen nachweisen.

Die Berechnung der Lage des Siedepunkts für 336,90 Linien Barometerstand führt nun zu folgenden Resultaten, wenn die Lage des Aufthaupunkts der Nummerfolge der Thermometer nach bei 6220, 5930, 6980 und 6440 angenommen wird.

Beobachtung bei einem Barometerstande von	Lage des Siedepunkts bei 336,90 Linien Barometerstand			
	XIII.	XIV.	XV.	XVI.
328,10 Linien	27659	26457	25392	27369
329,27 -	58	60	92	76
331,75 -	49	47	91	54
332,66 -	57	55	99	59
334,48 -	54	56	99	67
334,74 -	47	51	83	65
337,94 -	52	46	86	62
328,06 -	67	67	98	74
338,29 -	57	56	93	67
Mittlerer Stand	27655	26455	25392	27366
Gröfste Abweichung vom Mittel				
in Theilen	12	12	9	12
in Graden	0,057	0,059	$0^{\circ},049$	$0^{\circ},057$

Die Abweichungen vom Mittel sind hier sehr bedeutend. Sie bezeugen, dafs in den höhern Temperaturen die unregelmäfsigen Bewegungen in der Masse des Glases viel gröfser sind, als bei tiefern. Mehrere Beobachtungen kommen vor, die gleichzeitig alle über oder unter dem Mittel liegen. Man könnte glauben, diefs sey in der abnormen Temperatur des Wasserdampfes begründet. Diefs ist aber nicht der Fall. Der Grund liegt hauptsächlich darin, dafs die vier Thermometer eine sehr gleiche Beschaffenheit haben, und sehr gleichförmig behandelt wurden. Die innere Constitution des Glases mufste also in vielen Fällen von der Art seyn, dafs die Abweichungen vom Mittel nach derselben Seite fielen.

2. Die Ausdehnung der Thermometerkugel, durch den Druck der Quecksilbersäule des Thermometers bewirkt.

Ich habe schon die Versuche mitgetheilt, welche nachweisen, dafs die Thermometerkugel durch einen äufsern Druck von einer Atmosphäre sehr merklich zusammengeprefst werde. Eben so habe ich nachgewiesen, wie stark der Druck einer Atmosphäre die Kugel an ein Paar Thermometern erweitert habe. Es mufste mir schon damals klar seyn, dafs der Druck der Quecksilbersäule im Thermometer selbst ebenfalls die Kugel erweitern werde. Ich erwähnte jedoch des Umstandes nicht, weil ich ihn noch nicht genau und nach allen Beziehungen untersucht hatte. Es schien mir zu gewagt, darüber Vermuthungen auszusprechen, in wie weit die hydrostatischen Gesetze auf das in dem sehr engen Röhrchen eines Thermometers eingeschlossene Quecksilber Anwendung finden. Ich habe diefs jetzt durch viele Versuche ausgemittelt, und theile dieselben hier mit.

Die meisten Beobachtungen wurden an den Thermometern No. XIII., XIV., XV. und XVI. gemacht. Zuerst untersuchte ich, wie stark die Kugel durch den Druck

einer Quecksilbersäule, die bis zum Aufthaupunkt reicht, erweitert werde. Die Längen dieser Säulen, vom Mit-telpunkt der Kugel an gerechnet, betragen 3,66 — 3,3 — 3,89 und 3,42 Decimalzoll. Ich fand folgende Depres-sionen:

Datum.	Anzahl d. Beobacht.	Depression der Quecksilbersäule			
		XIII.	XIV.	XV.	XVI.
1828. 16. Februar.	4	4	4	6	6
Denselben Tag.	4	4	4	6	5
— 17. Februar.	5	4	4	5	6
— 5. April.	4	4	4	6	6
Mittel		4	4	6	6

Solche Beobachtungen haben darin ihre Schwierig-keit, dafs die Kugeln der Thermometer ganz frei, ohne äufsern Druck, im Schnee stecken müssen. Anfänglich erhielt ich etwas kleinere Depressionen (nur 1 Theil weniger). Nachdem ich obige Rücksicht sorgfältig ge-nommen, blieben die Resultate übereinstimmend.

Es mufste nun die Depression bei einer längern Quecksilbersäule untersucht werden.

Diese Untersuchung hatte bei mittlerer Temperatur Schwierigkeiten. Nach mehrern vergeblichen Versuchen die Thermometer so zu isoliren, dafs sie möglichst zur Ruhe kämen, gelangte ich dahin, die Beobachtungen, aber noch immer gleichsam im Fluge, anstellen zu können. Der Kürze wegen mufs ich hier die vielen angewendeten Vorsichtsmafsregeln mit Stillschweigen übergehen. Bei einer Länge der Quecksilbersäulen von respective 5,06 — 5,02 — 5,43 — 5,12 Decimalzoll erhielt ich folgende Re-sultate, denen ich noch die Depressionen, die an einem fünften Thermometer, das ich mit No. XVII. bezeichnen will, bei einer Quecksilberhöhe von 4,78 Decimalzoll beobachtet wurden, beifügen will. Das letztere Thermo-meter ist dasselbe, an welchem früher die Wirkung des äufsern Drucks beobachtet wurden. Die beiden z

sammengehörigen Beobachtungen wurden jedes Mal schnell hinter einander angestellt.

Depressionen bei mittlerer Druckhöhe.

Nummer der Beobachtungen.	XIII. verticale Lage.	XIII. horizontale Lage.	XIV. verticale Lage.	XIV. horizontale Lage.	XV. verticale Lage.	XV. horizontale Lage.	XVI. verticale Lage.	XVI. horizontale Lage.	XVII. verticale Lage.	XVII. horizontale Lage.
1.	28	36	36	42	48	57	19	29	95	105
2.	27	35	11	17	52	61	14	24	20	30
3.	27	34	11	17	52	60	05	14	15	25
4.	44	51	81	87	47	56	72	82	13	23
5.	26	33	18	34	39	48	69	79	63	72
6.	48	54	—	—	—	—	—	—	20	30
7.	49	56	—	—	—	—	—	—	58	67
8.	33	40	—	—	—	—	—	—	40	50
9.	—	—	—	—	—	—	—	—	18	28
10.	—	—	—	—	—	—	—	—	07	17
Mittlere Depression	7	0	6	0	9	0	10	0	10	0

Jetzt blieb noch übrig, die Depression für eine Quecksilbersäule, die bis zum Siedepunkte reichte, zu untersuchen. Die Fig. 1. Taf. III. stellt einen verticalen Durchschnitt des Apparats dar, dessen ich mich bei diesen Versuchen bediente. Der Aufsatz zu dem Kessel, in welchem ich den Siedepunkt beobachtete, reichte bei meinen frühern Versuchen nur bis *h*. Ich liefs den neuen Aufsatz in seinem gröfsern Theile bis *edc* erhöhen. Um den Drehpunkt *a* bewegt sich ein Cylinder, dessen Höhe seinem Radius gleich ist, zwischen zwei Scheiben von gleichem Radius mit ihm. Wie dieser Cylinder das Thermometer und die Ansatzröhre aufnimmt, zeigt die Figur. Der eckige Seiten-Ansatz *defg* ist an den cylindrischen Aufsatz des Kessels gelöthet, und hält 4 Zoll in der Breite. Man sieht leicht ein, wie bei dieser Einrichtung das Thermometer vertical geneigt, und horizontal gestellt werden könne, ohne dafs seine Kugel den Wänden des Apparats zu nahe komme. Durch Eintheilung der Scheibe *a* läfst sich dem Thermometer genau eine verlangte Neigung

zum Horizonte geben. Bei *c*, das jedoch hinter dem Durchschnitte liegt, den die Figur darstellt, läfst sich ein zweites Thermometer anbringen, das die Versicherung über eine constante Temperatur im Kessel giebt. Unten zur Seite ist ein Schieber angebracht, um den Dampf auszulassen. Die Beobachtungen liefsen sich nun bequem und mit grofser Sicherheit anstellen. Die Druckhöhen der Quecksilbersäulen waren hier 12,04 — 11,71 — 11,32 — 11,66 — 11,76 Decimalzoll. Die folgende Tafel stellt die einzelnen Beobachtungen dar.

Depressionen bei grofser Druckhöhe.

Nummer der Beobachtungen.	XIII.			XIV.			XV.			XVI.			XVII.		
	senkrecht.	30° Neigung.	horizontal.	senkrecht.	30° Neigung.	horizontal.	senkrecht.	30° Neigung.	horizontal.	senkrecht.	30° Neigung.	horizontal.	senkrecht.	30° Neigung.	horizontal.
1.	28	35	43	22	31	38	19	28	36	40	51	63	70	80	92
2.	27	34	43	22	30	38	18	27	36	39	50	63	70	80	92
3.	27	35	43	22	30	38	18	27	36	39	50	62	70	80	92
4.	27	35	43	22	30	38	18	27	36	39	49	62	70	80	92
5.	—	—	—	—	—	—	18	27	36	39	50	62	70	80	91
6.	—	—	—	—	—	—	18	27	36	39	50	62	—	—	—
Mittel.	27	35	43	22	30	38	18	27	36	39	50	62	70	80	92
Depression	16	8	0	16	8	0	18	9	0	23	11	0	22	10	0

Berechnet man nun aus den beobachteten Depressionen bei grofser Druckhöhe, die Depressionen bei mittlerer und niedriger Druckhöhe, und stellt diese Resultate mit den obigen Beobachtungen zusammen, so ergiebt sich, in wie weit die Depression der Druckhöhe proportional ist.

Wirkung des innern Drucks der Quecksilbersäule auf die Wände der Thermometerkugel.

No. des Thermometer.	Hoher Druck.			Mittlerer Druck.			Niederer Druck.			Dicke	
		Depression			Depression			Depression			
	Druckhöhe.	senkr. Stand.	30° Neigung.	Druckhöhe.	beobachtet.	berechnet.	Druckhöhe.	beobachtet.	berechnet.	der Kugel.	der Röhre.
XIII.	12,04	16	8	5,06	7	6,7	3,66	4	4,8	0,26	0,12
XIV.	11,71	16	8	5,02	6	6,9	3,39	4	4,6	0,29	0,12
XV.	11,32	18	9	5,43	9	8,6	3,89	6	6,2	0,35	0,10
XVI.	*11,66*	*23*	*11*	5,12	9	11,0	3,42	6	6,6	0,36	0,10
XVII.	*11,76*	*22*	*10*	4,78	10	9,0	—	—	—	0,36	0,11

Diese Zusammenstellung lehrt, dafs die Wirkung des Drucks der Quecksilbersäule den Druckhöhen sehr nahe proportional ist. Es scheint, als ob der Druck einer sehr niedrigen Säule nicht ganz so grofs sey, als er der Berechnung nach seyn müfste. Vielleicht ist diese Abweichung zum Theil darin begründet, dafs die Thermometerkugeln sich im Schnee, aller angewandten Vorsicht ungeachtet, nicht ganz frei ausdehnen konnten. Bei 30° Neigung ist die Wirkung des Drucks bei zwei Thermometern etwas weniger, als halb so grofs, als bei senkrechtem Stande; sie sollte genau nur halb so grofs seyn.

Bei dem Thermometer No. XVII. ist früher die Wirkung des äufsern Drucks untersucht worden. Sie betrug

für 41 Zoll	Druckhöhe	59 Theile;	also für	1 Zoll	1,44	Theil.
- 29 -	-	41,6 -	- -	1 -	1,44	-
- 21½ -	-	29,6 -	- -	1 -	1,38	-
			Im Mittel für	1 Zoll	1,42	Theil.

Nach den hier mitgetheilten Beobachtungen beträgt sie

für 11,76 Dec. Z.	Druckhöhe	22 Th.;	also für	1 Duodec. Z.	1,36	Th.
- 4,78 - -	-	10 -	- -	1 - -	1,45	-
			Im Mittel für	1 Zoll	1,41	Th.

Die beiden Mittel weichen weniger von einander ab, als die zusammengehörigen Zahlen unter sich von einander verschieden sind.

Aus dem Ganzen folgt, dafs der Druck der Quecksilbersäule, die in dem Haarröhrchen des Thermometers eingeschlossen ist, ziemlich genau dem hydrostatischen Gesetze gemäfs auf die Kugelwände drückt.

Da die Depressionen der Quecksilbersäule ihrer Länge genau genug proportional sind, so stören sie die Richtigkeit des Thermometers nicht, wenn es nur immer in senkrechter Lage beobachtet wird. Kann es nicht anders als in senkrechter Lage beobachtet werden, so mufs man wegen der Depression Rechnung halten.

Da sich der Luftdruck nicht selten um einen Zoll Quecksilberhöhe und mehr verändert, und eine Druck-

höhe von 1 Zoll bei den Thermometern XIII., XIV., XV. XVI. und XVII. eine Erhebung von mehr als 1 Theil der Säule bewirkt; so ergiebt sich daraus die Nothwendigkeit, bei sehr genauen Temperaturbeobachtungen auch über diese Verrückungen des Aufthaupunkts Rechnung zu führen.

Die Thermometer VII., IX. und X. zeigten bei einer Druckhöhe von respective 2,19 — 2,46 — 2,97 Decimalzoll eine allen gemeinschaftliche Depression von zwei Theilen; bei einer Druckhöhe von 3,44 — 3,91 — 4,12 Decimalzoll eine Depression von 4 Theilen. Dieses sind Ergebnisse von wenig sorgfältigen Beobachtungen.

3. Bemerkungen über die angewendeten Rechnungsmethoden und über das Calibriren der Thermometer.

Es ist mein Bestreben gewesen, bei meiner Arbeit über das Thermometer alle Rechnungen möglichst einfach und elementar zu halten. Meine Untersuchungen sollten auch solchen zugänglich seyn, die in höhern und verwickeltern Berechnungen weniger geübt sind. Darum habe ich nicht die Methode der kleinsten Quadratsummen der Fehler angewendet, die mir bei einigen Bestimmungen wahrscheinlich etwas schärfere Resultate geliefert haben würde, als meine eigene Rechnungsart; doch werde ich in meinen Rechnungen wesentliche Zwecke durchaus nicht verfehlt haben. Die früher von mir mitgetheilte Methode zur Berechnung der Capacität der Thermometerröhren in ihren verschiedenen Abtheilungen ist durchaus elementar, sie ist leicht ausführbar, und genügt vollkommen, wenn die Röhren irgend eine regelmäfsige Stelle von einigem Umfange haben. Ich habe mich erst später überzeugt, dafs die letztere Voraussetzung nicht immer gemacht werden kann. Die vier von mir zuletzt calibrirten Röhren (XIII., XIV., XV., XVI.) waren so unregelmäfsig, daß die beschriebene Methode nicht angewendet werden konnte. Ich verfuhr auf folgende Weise. Zuerst wurde die Länge eines Fadens von etwa 12000 Theilen in allen Theilen

der Röhre, indem er jedesmal 200 Theile fortrückte, beobachtet. Diese Beobachtungen wurden dreifach angestellt, und aus den drei Reihen wurde das Mittel genommen. Ferner wurde der mittlere Theil der Röhre in einer Ausdehnung von 12000 Theilen (Länge des ersten Fadens) auf dieselbe Art erst durch einen Faden von 5000 Theilen, dann durch einen andern von 2000 Theilen Länge untersucht. Für jede Fadenlänge wurden 3 Reihen beobachtet, und aus ihnen das Mittel genommen. Nun wurden die Capacitäten der Röhrenstrecken von 200 zu 200 Theilen in diesem mittlern Theile mit a, b, c, ... a', b', c', ... a'', b'', c'', ... bezeichnet. Wenn nun z. B. der Quecksilberfaden in der Strecke a um 200 Theile fortrückte, während er oben etwa bei b' nur um 198 Theile fortschritt, so war $a = \frac{198}{200} b'$ $= \frac{200}{202} b'$. Schritt ferner der Faden bei b' um 200 Theile fort, während er bei c'' um 196 Theile emporstieg, so war $b' = \frac{196}{200} c'' = \frac{200}{204} c''$. Folglich $a = \frac{200}{206} c''$. Man sieht leicht ein, dafs hier durch Vernachlässigung von Gröfsen der zweiten Ordnung, die durchaus nicht in Betracht kommen, die Zahlen sehr einfach gehalten werden. Jede Ablesung für die beiden kürzern Fäden, mit Ausnahme der ersten, giebt auf diese Art zwischen den unbekannten Gröfsen eine Gleichung, wovon allerdings durch Zufall eben nicht alle unabhängig von einander sind. Man wird aber immerhin, wenn nicht der Zufall sehr unglücklich waltet, leicht doppelt so viele von einander unabhängige Gleichungen erhalten, als unbekannte Gröfsen da sind. Ihre Auflösung ist sehr leicht, und macht bei Anwendung der obigen Abkürzung wenig Mühe. So erhält man für jede unbekannte Gröfse wenigstens zwei Zahlenwerthe, aus welchen man das Mittel nimmt. Diese substituirt man statt der Buchstaben im mittlern Theile der Röhre, und bestimmt die Räume der äufsern Theile nach den Beobachtungen am ersten Faden. Wenn ich nach solchem Verfahren die nun bestimmten Capacitäten der Röhrenstrecken mit sämmtlichen beobachteten Fadenlän-

gen verglich; so fand ich nur selten Abweichungen von 1 Theile, nie gröfsere. Ich konnte nun versichert seyn, dafs die fernere Auswerthung der willkürlichen Eintheilung in Graden nur selten Fehler von 1 Theile, und nie gröfsere haben werde.

Beim Calibriren sollen Räume von 200 zu 200 Theilen mit einander verglichen werden. Beim Beobachten der Länge des Quecksilberfadens vergleichen sich Räume mit einander, wovon zwar der untere zwischen den vorausbestimmten Theilstrichen liegt, nicht aber der obere. Die obern Räume müssen nun vor der Berechnung durch Interpolation gleichsam zwischen die vorausbestimmten Theilstriche hingeschoben werden.

Die gröfste Schwierigkeit beim Calibriren der Thermometer liegt darin, dafs es sehr schwer ist, im Verlaufe einer Beobachtungsreihe einen Quecksilberfaden von 12000 Theilen Länge so genau in gleicher Temperatur zu erhalten, dafs die Beobachtungen dadurch nicht gestört werden. Eine Temperatur-Differenz von 1° C. giebt hier schon eine Veränderung in der Länge des Fadens von 2 Theilen. Um nun eine Temperaturveränderung von $\frac{1}{2}$ Grade zu verhüten, sorgte ich vorab dafür, dafs die strahlende Wärme des Körpers das Thermometer und seine Umgebung möglichst wenig traf. Die Wärme konnte nicht ganz abgehalten werden. Es wurde darum ein zweites Thermometer dicht neben die zu calibrirende Röhre gelegt; veränderte dieses seinen Stand um $\frac{1}{4}$°, so wurden die Beobachtungen auf kurze Zeit unterbrochen. Trotz der häufigen Unterbrechungen mufste eine ganze Reihe von Beobachtungen schnell genug vollendet seyn, damit sich in der Zeit die Temperatur des Beobachtungsortes nicht um $\frac{1}{4}$° änderte. Zur Controlle wurde unmittelbar nach der letzten Beobachtung im obersten Theile der Röhre, die Länge des Quecksilberfadens am untern Theile bestimmt, welche mit der früher im Anfang abgelesenen Länge zusammenfallen müfste.

III. *Untersuchung des Wassers der Heilquelle zu Ronneby; von J. J. Berzelius.*

(Aus den *K. Vetensk. Acad. Handling. för* 1827. *St.* 1.)

Der Gesundbrunnen Ronneby liegt nicht ganz eine Viertelmeile von dem Flecken Ronneby, am östlichen Ufer des Flusses, durch welchen der Rotnen-See in die Ostsee abfliefst. Man wurde zuerst im J. 1726 durch den Apotheker Ferber auf denselben aufmerksam gemacht *). Die Stelle gehörte zum Gute Botebro, welches damals der Flottenkapitain H. H. Schlyter besafs. Dieser schenkte im Jahre darauf den Brunnen nebst einer Strecke Landes von 400 Quadratellen an Ferber, welcher daselbst eine Brunneneinrichtung anlegte. Einige Streitigkeiten über das Besitzrecht zu dieser Brunneneinrichtung veranlafsten eine Königl. Verordnung vom 5. Nov. 1779, durch welche die Einrichtung für öffentliches Eigenthum erklärt wurde, was in einer späteren Verordnung vom 4. Oct. 1780 seine Bestätigung erhielt.

Der Brunnen gehört zu den besuchtesten in Schweden, und seine heilsame Wirkungen sind weit und breit berühmt. Er liegt 3 bis 4 Klafter vom Ufer des Flusses, und ist von diesem durch einen Fahrweg geschieden. Er scheint gegraben zu seyn, ist ungefähr 7 Fufs tief, und hat sichtbar keinen Abflufs. Nach dem Auspumpen füllt er sich aber sehr schnell. Das Wasser ist klar, farblos, schmeckt unangenehm nach Eisenvitriol und Alaun, wird trübe an der Luft, und bedeckt sich schon im Brunnen mit einer Haut von basisch schwefelsaurem Eisenoxyd.

*) Diese geschichtlichen Angaben sind genommen aus einem Berichte des Dr. A. G. Franck an das Königl. Gesundheits-Kollegium, vom 29. Oct. 1823.

Die Prüfung mit Reagenzien zeigt, dafs der vorzüglichste Bestandtheil dieses Wassers schwefelsaures Eisenoxydul ist, ohne Oxydsalz; denn, wenn der Brunnen frisch ausgepumpt worden ist, wird das Wasser durch Galläpfeltinktur nicht getrübt, bis auf Kosten der Luft eine Oxydation statt gefunden hat.

Es ist bekannt, dafs die bittersalzreichen Brunnen in Sachsen und Böhmen gegrabene Brunnen sind, in denen das Wasser, nachdem es ausgepumpt ist, bis zu einer gewissen Höhe steigt, und deren Salzgehalt, nach Struve's Versuchen, von einer Erdschicht herrührt, welche durch das eindringende Meteorwasser, unter Bildung von Bittersalz, zersetzt wird. Da der Ronneby-Brunnen keinen sichtbaren Abflufs hat, so halte ich es für möglich, dafs dasselbe auch bei ihm der Fall ist.

An der Stelle, wo das Wasser vorkommt, ist die Erdfläche vollkommen eben, wie an Orten die einst unter Wasser gestanden haben. Dieser Boden ist weder grofs, noch von regelmäfsiger Gestalt. Im Westen begränzt ihn der Flufs, und im Osten eine ziemlich abschüssige Bergwand. Im Norden der Quelle steigt etwas zwischen dem Flufs und diesem Boden Urgebirge auf, und nordwärts dieser Erhöhung *) breitet sich derselbe Boden wiederum gegen den Flufs hin aus. An dieser Stelle legte vor einigen Jahren der Kaufmann Ekholtz einen Brunnen an, welcher ein völlig gleiches, aber specifisch etwas leichteres Wasser lieferte, und sich auch nach dem Auspumpen weit langsamer füllte, als der alte Brunnen. Diese Umstände scheinen für die Ansicht zu sprechen, dafs der ganze Boden ein und dasselbe vitriolische Wasser enthalte, und dieses in ihm überall anzutreffen sey, wo man bis zur gehörigen Tiefe hinabgeht, auch dafs man möglicherweise das Lager finden werde, welches das Wasser mit den in ihm gelösten Salzen versieht.

*) Diese Erhöhung ist am Ende gegen den Flufs hin bebaut, und *trägt* daselbst ein kleines Kornfeld.

Um hierüber einige Aufklärung zu erhalten, habe ich Hrn. G. Bruun, Apotheker in Ronneby, ersucht, den Boden mehrere Ellen tief durchgraben zu lassen, was derselbe auch mit Bereitwilligkeit gethan hat. Er hat mir Proben von der Erde aus ungefähr jedem Fuſs Tiefe der Durchsenkung zugesandt. Dicht unter der Grasdecke liegt eine rothe Erde, welche beim ersten Ansehen einem verwitterten und ausgelaugten eisenhaltigen Minerale gleicht, näher betrachtet sich aber als ein pulverförmiger Brenntorf ergiebt, der mit Torfgeruch verbrennt, und dabei viele und eisenhaltige Asche hinterläſst. Darunter kommt eine weiſsgraue Erde vor, die nach dem Trocknen dem Mergel gleicht, aber nichts anders als feines Kieselmehl ist, welches sich in Säuren nicht löst, und mit Soda zu Glas schmilzt. Dieses geht allmälig in einen Schlamm von zerstörten Pflanzenresten über. Darunter kommt ein zwei Fuſs mächtiges Lager von zusammegedrückten Sphagnum, welches im frischen Zustande oben auf hellgelb ist und hepatisch riecht, an der Luft aber schwarz wird; in seinem untern Theile ist es mit noch ganz unzerstörten breiten und langen Blättern von Wasserpflanzen durchwebt. Darunter kommt, ein Paar Fuſs mächtig, ein besonders feiner Schlamm, welcher zum Baden gebraucht wird. Dieser Schlamm ruht auf feinem weiſsem Sand, welcher ungefähr 8 Fuſs tief unter der Erdoberfläche anfängt. Tiefer hat er diese Untersuchung nicht fortgesetzt.

Hienach scheinen also die Bestandtheile dieses Wassers nicht von einer in der Nähe des Brunnens liegenden Schicht verwitterten Schwefelkieses oder Alaunschiefers oder ähnlicher Mineralstoffe herzurühren; vielmehr ist es daraus glaublich, daſs das Wasser durch die Adern der Quelle in den erwähnten lockern Boden einfiltrirt, und aus diesem unbemerkt in den Fluſs abfliefst.

Analytische Untersuchung.

Einen grofsen Theil dieser Untersuchung habe ich die Ehre gehabt gemeinschaftlich mit Sr. Excell. dem Grafen Trolle-Wachtmeister in dessen Laboratorium zu Årup anzustellen.

Das specifische Gewicht des Wassers, von einer in der Mitte Juli's geschöpften Probe genommen, wurde gleich 1002,550 gefunden. Eine andere, im September geschöpfte Probe wog 1002,548, hatte also dasselbe specifische Gewicht, denn die Abweichung liegt offenbar zwischen den Gränzen der Beobachtungsfehler.

a. 634,27 Grammen Wasser wurden in einem gewogenen Platintiegel zur Trockne verdampft; sie hinterliefsen eine rothbraune Masse, die 1,825 Grm. wog.

b. Die trockne Masse wurde mit einer Lösung von kohlensaurem Ammoniak übergossen und digerirt, und das Ungelöste mit einer Lösung desselben Salzes gut ausgewaschen. Die filtrirte Lösung war farblos und hinterliefs, nachdem sie zur Trockne verdunstet und das Salz geglüht worden war, 0,156 feuerfestes Salz. Diefs löste sich nicht vollkommen klar in Wasser auf; ohne filtrirt zu werden, wurde die Lösung desselben mit kohlensaurem Kali versetzt, mit demselben zur Trockne verdunstet, und gelinde geglüht. Nach Wiederauflösung in Wasser hinterliefs es eine weifse Erde, aus welcher kaustisches Ammoniak 0,0045 Grm. eines Körpers, der alle Eigenschaften des Zinkoxydes besafs, auszog, mit Hinterlassung von 0,018 Grm. Talkerde, welcher ein wenig Manganoxydul beigemengt war. Die alkalische Salzlösung gab, bei Behandlung mit phosphorsaurem Natron, einen geringen Niederschlag, der beim Abdunsten zunahm. Die Quantität desselben war aber zu unbedeutend, um gewogen zu werden. Er besafs nicht die Eigenschaften eines Lithionsalzes; ergab sich dagegen vor dem Löthrohr als ein Gemenge von phosphorsaurer Talkerde, Man-

ganoxydul und Zinkoxyd, welches das Kali ungeachtet des Eintrocknens und Glühens nicht abzuscheiden vermocht hatte.

c. Um zu bestimmen, welche feuerfeste Alkalien diese Salzmasse enthielte, wurde eine gleiche Menge Wasser in einer davon halbgefüllten und verschlossenen Flasche stehen gelassen, und diese von Zeit zu Zeit geöffnet, damit die Luft hinzuträte, bis das Eisenoxydul völlig oxydirt war, worauf es dann mit kaustischem Ammoniak gefällt wurde. Die filtrirte Flüssigkeit wurde mit essigsaurer Baryterde gefällt, zur Trockne abgeraucht und die Salzmasse zur Zerstörung der Essigsäure verbrannt. Wasser zog daraus Alkali aus, welches nach Sättigung mit Alkali und Abdunstung 0,080 Grm. salzsaures Alkali zurückliefs. Chlorplatin fällte daraus das Doppelsalz von Kali, welches nach Abdunstung und Behandlung mit Alkohol übrig blieb, und 0,025 Grm. wog. Diese Salze entsprechen also 0,0077 Chlorkalium oder 0,005 Kali und 0,0723 Chlornatrium oder 0,039 Natron.

d. Um zu finden, ob das Wasser Ammoniak enthalte, wurde eine 4 Mal beträchtlichere Menge von demselben, nämlich 2527 Grm., auf ein geringeres Volumen abgedunstet, mit kohlensaurem Natron im Ueberschufs versetzt, und sobald alles Brausen aufhörte, die Masse eingegossen und in eine Vorlage destillirt, die ein wenig Salzsäure enthielt. Nachdem die Hälfte der Flüssigkeit übergegangen war, wurde die Vorlage gewechselt, ihr Inhalt ausgegossen und bei einer gelinden Wärme abgedunstet. Es blieben, nachdem die überschüssige Salzsäure verjagt worden war, 0,12 Grm. Salmiak zurück, welche sich ohne Rückstand verflüchtigen liefsen. Das Wasser, welches bei fortgesetzter Destillation überging, war nicht mehr alkalisch. Diefs salmiakhaltige Wasser entspricht 0,0096 Grm. Ammoniak auf 634,27 Grm. Wasser.

e. Die in *b* mit kohlensaurem Ammoniak behandelte Masse wurde in Salzsäure aufgelöst, wobei 0,065 Grm.

Kieselerde ungelöst zurückblieben, darauf, zur vollständigen Oxydation des Eisens, mit etwas Salpetersäure versetzt und gekocht, und nun mit kaustischem Ammoniak gefällt. Der Niederschlag wurde auf ein Filtrum gebracht, gut gewaschen und geglüht; er wog 0,474 Grm. Wieder aufgelöst in Salzsäure liefs er 0,008 Kieselerde ungelöst zurück. Aus der Auflösung fällte kaustisches Kali, welches im Ueberschufs hinzugesetzt wurde, Eisenoxyd, und aus der durchgegangenen alkalischen Flüssigkeit und dem Waschwasser wurde, durch Uebersättigung mit Salzsäure und Fällung mit kohlensaurem Ammoniak, Thonerde erhalten, welche geglüht 0,105 Grm. wog. Aus dem mit Kali gefälltem Eisenoxyd wurde, nach Wiederauflösung und Fällung des Eisenoxyds mit bernsteinsaurem Ammoniak, durch Zusatz von Blutlauge zu der filtrirten Lösung 0,024 Grm. Maganoxydul-Eisenoxyd erhalten, die 0,008 Grm. reinen Manganoxyduls entsprechen. Wenn 0,121, das Gewicht der Thonerde, Kieselerde und Manganoxydul, von 0,474 abgezogen wird, bleibt für das Eisenoxyd 0,353 Grm. = 0,317 Oxydul.

f. Die mit kaustischem Ammoniak gefällte Flüssigkeit wurde mit oxalsauren Ammoniak niedergeschlagen, wodurch man oxalsauren Kalk erhielt, welcher, nach gelindem Brennen zu kohlensaurem Kalk, 0,173 Grm. wog, =0,0975 Kalkerde.

g. Die mit oxalsaurem Ammoniak gefällte Flüssigkeit wurde abgedunstet und die Ammoniaksalze durch Glühen verjagt, worauf Talkerde übrig blieb, die, nachdem sie eine Zeit lang in einer Atmosphäre von kohlensaurem Ammoniak geglüht worden war, 0,023 Grm. wog. Nachdem ihr die in *b* erhaltene hinzugefügt worden, wurde sie in Salzsäure gelöst, mit kaustischem Ammoniak gesättigt und mit Blutlaugensalz versetzt. Das erhaltene Cyan-Eisen-Mangan entsprach 0,004 Grm. Manganoxydul, wonach für die Talkerde 0,037 Grm. übrig bleiben.

h. Um zu bestimmen, von welchen Säuren diese Basen aufgelöst gehalten würden, versetzte man 634,27 Grm. des Wassers mit Salzsäure, um die Ausscheidung des Eisenoxyds zu verhüten, und fällte es darauf mit Chlorbarium. Der erhaltene schwefelsaure Baryt wog 2,598 Grm. Bei einem andern Versuche wurden 2,586 Grm. erhalten. Das erste war im September, das letzte im Juli geschöpft. Wenn der Unterschied nicht ein Beobachtungsfehler ist, so liegt er darin, dafs sich das Eisenoxyd beständig in Form des basisch schwefelsauren Salzes aus dem Wasser niederschlägt, welches also nur dann, wenn der Brunnen frisch ausgepumpt worden ist, seine richtige, unveränderte Zusammensetzung besitzt.

i. Dieselbe Menge des Wassers, zuvor mit Salpetersäure in Ueberschufs versetzt, wurde mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt, wodurch ein geringer Niederschlag entstand, der, auf ein Filtrum gebracht, 0,0465 Grammen wog.

Das Gesammtresultat der vorhergehenden Versuche ist also folgendes. 634,27 Grammen Wasser hatten gegeben:

Eisenoxydul (*c*)	0,317	Sauerstoffgehalt	0,0722
Thonerde (*e*)	0,105	- -	0,0490
Kalkerde (*f*)	0,0975	- -	0,0273
Talkerde (*b*) (*g*)	0,0370	- -	0,0143
Natron (*c*)	0,039	- -	0.0100
Kali (*c*)	0,005	- -	0,0008
Ammoniak (*d*)	0,0096	- -	0,0045
Manganoxydul (*b*) (*g*)	0,008	- -	0,0017
Zinkoxyd (*b*)	0,004	- -	0,0008
Kieselerde (*c*)	0,073	- -	
Schwefelsäure (*h*)	0,8937	- -	
Chlor (*i*)	0,0116	- -	
	1,6004		0,1806

Stellen wir nun einige Betrachtungen über diefs empirische Resultat an. Dafs der feste Rückstand von dem eingekochten Wasser 1,825 wog, statt 1,6, rührt von dem Krystallwasser der darin befindlichen Salze her. Da nun 634,27 Th. Wasser an festen Bestandtheilen 1,6004 enthalten, so kommen davon auf 100 Th. Wasser 2,523 oder $\frac{1}{4}$ Procent, welches auch mit dem specifischen Gewicht des Wassers, 1,00255, übereinstimmt.

Die gefundene Quantität des Chlors nimmt eine Quantität Basis auf, deren Sauerstoff 0,0026 beträgt, wonach folglich für die Schwefelsäure 0,178 übrig bleiben, welche Zahl $\times 5 = 0{,}89$ so nahe, als man nur erwarten darf, mit der gefundenen Quantität übereinstimmt.

Addirt man den Sauerstoffgehalt der feuerfesten Alkalien zu der Sauerstoffmenge, welche das Ammoniak vorstellt, so kommt 0,0153, welche Zahl $\times 3 = 0{,}0459$ wiederum dem Sauerstoffgehalt der Thonerde nahe kommt. Da diese Erde unter den hier befindlichen Basen die schwächste ist, so mufs sie mit der schwächsten Säure vereinigt seyn, d. h. mit dem Chlor. Dadurch geht 0,0055 Thonerde ab, deren Sauerstoffgehalt, 0,0026 abgezogen, 0,0464 für den Sauerstoff der mit der Schwefelsäure verbundenen Thonerde übrig läfst. Da aber die Thonerde mit allen drei dieser Alkalien und mit Schwefelsäure Alaun bildet, in welchem der Sauerstoff der Erde das Dreifache des der Alkalien ist, so folgt, dafs das Wasser aufser Chloraluminium (salzsaurer Thonerde) enthält: Alaun von den drei genannten Alkalien, schwefelsaure Kalkerde (Gyps), schwefelsaure Talkerde (Bittersalz), schwefelsaures Eisenoxydul (Eisenvitriol), schwefelsaures Manganoxydul und schwefelsaures Zinkoxyd, die beiden letzten Salze in höchst geringer Menge.

Das Resultat dieser Versuche ist hienach also:

	in 634,27 Th.	in 1,0000 Th.
Schwefelsaures Eisenoxydul	0,6780	1,0686
- - Zinkoxyd	0,0084	0,0133
- - Manganoxydul	0,0165	0,0260
Schwefelsaure Kalkerde	0,2350	0,3705
- - Talkerde	0,1085	0,1716
Ammoniak-Alaun	0,1349 *)	0,2126
Natron-Alaun	0,3038	0,4790
Kali-Alaun	0,0274	0,0433
Chloraluminium	0,0145	0,0230
Kieselerde	0,0730	0,1151
	1,6000	2,5230.

Aufser diesen Stoffen enthält das Ronneby-Wasser noch Extraktivstoff, welcher bei der Analyse gröfstentheils mit dem Eisenoxyd niederfällt, und, wenn man die Salze im Wasser durch kohlensaures Kali in Ueberschufs zerlegt, vom Kali aufgenommen wird, und verursacht, dafs die abgedunstete Salzmasse, wie von eingemengtem Eisenoxyd, rothbraun ist. Brennt man das trockne Salz, so verkohlt sich dieser Stoff unter einem Geruch, der mehr dem eines Thierstoffes als dem eines Pflanzenstoffes gleicht, obgleich er auch nicht völlig mit dem eines verbrennten Thierstoffs übereinkommt. Er riecht dabei deutlich ammoniakalisch, auch wenn von dem Ammoniakgehalt des Wassers nichts mehr in der Salzmasse übrig ist. Die Menge desselben habe ich nicht bestimmt, oder vielmehr nicht bestimmen können.

Der Apotheker Bruun liefs mich eine gröfsere Menge

*) Da bei der Berechnung dieses wissenschaftlichen Resultats eine geringe Spur von Thonerde und Schwefelsäure, aufser dem zur Bildung von Alaun verwandten, übrig bleibt, so habe ich angenommen, diese habe Ammoniak-Alaun ausgemacht, wovon das Ammoniak bei der analytischen Untersuchung verloren gegangen sey. Die dazu fehlende Ammoniakmenge liegt durchaus innerhalb der Gränzen der Beobachtungsfehler.

dieses Wassers in einem eisernen Gefäſse einkochen, womit ich die Absicht hatte, die im Wasser befindlichen Salze besonders herauskrystallisirt zu erhalten. Aus dem Rückstand schoſs zuerst schwefelsaures Eisenoxydul für sich an, dann gemengt mit octaëdrischen Krystallen von Ammoniak-Alaun, und endlich blieb eine Mutterlauge, von einiger Consistenz, aus welcher keine regelmäſsigen Krystalle mehr erhalten werden konnten. Von dieser verworren angeschossenen Masse verwitterte ein Theil an der Luft. Dieſs war Natron-Alaun. Das Bittersalz schoſs in denselben Krystallen gemengt mit Eisenvitriol an. Der Gyps hatte sich während des Einkochens in groſser Menge abgesetzt.

Ein Heilwasser von solcher Zusammensetzung verdient die ganze Aufmerksamkeit der Aerzte *). Da die Erfahrung schon gezeigt hat, daſs es heilsame Wirkungen thut, so ist es der Mühe werth, daſs ein geschickter Brunnenarzt angestellt werde, der durch genaue Beobachtungen gehörig ausmittle, in welchen Fällen es vor andern Dienste thue, und in welchen es nicht anwendbar sey. Bis jetzt ist dieſs noch ganz versäumt.

*) Aehnliche Heilwasser sind bis jetzt sehr wenig bekannt und gebraucht. Auf der Insel *Wight*, bei Sandrocks im Kirchspiel Chale, findet sich eine ähnliche Heilquelle, deren Wasser von Alex. Marcet untersucht ist. Dieses Wasser enthält 3 Mal so viel Salz als das bei Ronneby. Das spec. Gewicht desselben ist 1007,5. Es enthält auf 1 Pinte (oder Maaſs von 16 Unzen Wasser)

Krystallisirten Eisenvitriol	41,4
Schwefelsaure Thonerde, die für krystallisirten Alaun zu nehmen ist	31,6
Krystallisirten Gyps	10,1
Krystallirtes Bittersalz	3,6
- - Glaubersalz	16,0
Kochsalz	4,0
Kieselerde	0,7
Gran	107,4

Die medicinischen Wirkungen desselben sind vom Dr. W. Lemprierre beschrieben (*Report of the medicinal effects of an aluminous chalybeate water etc. Newport*, ohne Jahreszahl). Durch einige Versuche, welche ich Gelegenheit hatte mit diesem Wasser anzustellen, fand ich, daſs es nur Natron-Alaun aber kein Kali oder Ammoniak enthält.

IV. *Ueber das Verhalten des Schwefelwasserstoffgases gegen Quecksilberauflösungen; von Heinrich Rose.*

Leitet man Schwefelwasserstoffgas durch die Auflösung eines Metalloxydes, welches durch dasselbe in ein unlösliches Schwefelmetall und in Wasser verwandelt wird, so bildet sich das Schwefelmetall entweder sogleich, und dann bewirken gewöhnlich schon die ersten durch die Flüssigkeit strömenden Blasen diese Zersetzung, oder es bildet sich, wie in den Auflösungen der electronegativen Metalle, erst nach längerer Zeit, wobei aber doch der zuerst entstehende Niederschlag des Schwefelmetalls gewöhnlich von dem nicht verschieden ist, der später sich bildet, wenn sich die Flüssigkeit immer mehr und mehr mit Schwefelwasserstoffgas sättigt. Nur die Auflösungen der Quecksilberoxydsalze und der ihnen entsprechenden Verbindungen des Quecksilbers mit Chlor, Brom und Fluor machen in dieser Hinsicht eine Ausnahme. Es ist eine sehr bekannte Erscheinung, daſs Schwefelwasserstoffgas in diesen Auflösungen einen weiſsen Niederschlag bildet, der sich erst spät, wenn das Gas im Uebermaaſs angewandt worden ist, in einen schwarzen verwandelt, welcher in seiner Zusammensetzung nicht von dem Schwefelquecksilber verschieden ist, das dem Quecksilberoxyde entspricht.

Die Meinungen, die man über den zuerst entstehenden weiſsen Niederschlag geäuſsert hat, sind sehr verschieden. Die gewöhnlichste, so viel mir bekannt ist, ist die, daſs man ihn für ein Gemenge von Quecksilberoxydulsalz mit Schwefel hielt; der weiſse Niederschlag, der in Quecksilberchloridauflösungen durch Schwefelwasserstoffgas entsteht, in welchem man die Gegenwart des Chlors nachweisen konnte, hielt man wenigstens immer

für ein Gemenge von Schwefel und Quecksilberchlorür *). Ich habe mehrere von diesen Niederschlägen quantitativ untersucht; das Resultat der Untersuchungen war, dafs sie aus einem unzersetzten Quecksilbersalz und Schwefelquecksilber in einem bestimmten Verhältnisse bestehen.

Die meisten Untersuchungen habe ich mit dem weifsen Niederschlage angestellt, der durch Schwefelwasserstoffgas in *Quecksilberchloridauflösungen* entsteht. Leitet man das Gas durch eine Auflösung des Quecksilberchlorids, so wird, wenn letzteres in einem grofsen Ueberschusse vorhanden ist, ein Niederschlag erzeugt, der weifs ist; wenn aber die Blasen des Gases schnell strömen, und auf der Oberfläche des Gases zerplatzen, so erzeugen sie Niederschläge, die Mengungen von Weifs und Schwarz sind. Hört man mit dem Strömen des Gases auf, wenn noch viel vom Quecksilberchlorid unzersetzt ist, und schüttelt die Flüssigkeit, so wird der gefärbte Niederschlag vollkommen weifs.

Der Niederschlag, auf diese Weise entstanden, bleibt sehr lange in der Flüssigkeit suspendirt, mit derselben eine Milch bildend; er läfst sich eben so schwer filtriren, wie Titansäure, wenn diese durch's Kochen aus ihren Auflösungen gefällt wird. Schon diese Beschaffenheit des Niederschlags macht es unwahrscheinlich, dafs er ein Gemenge von einem schweren, leicht sich absetzenden und einem leichten Pulver sey, und daher wohl nicht gut aus Quecksilberchlorür und Schwefel bestehen könne.

Der Niederschlag läfst sich besser filtriren, wenn man ihn auf die Weise bereitet, dafs man feuchtes schwarzes

*) Guibourt hielt ihn (*Annales de chimie et de physique. T. I. p.* 426.) für eine Verbindung von Quecksilber mit Chlorschwefel, und den weifsen Niederschlag, der in salpetersaurer Quecksilberoxydauflösung hervorgebracht wird, für eine Verbindung von Quecksilber mit Sauerstoffschwefel. Er dachte sich diese Verbindungen, den von Gay-Lussac kurz vorher entdeckten Cyanverbindungen analog.

Schwefelquecksilber mit einem Ueberschufs einer Quecksilberchloridauflösung kocht. Nach kurzer Zeit verwandelt sich dann das schwere leicht sich absetzende Schwefelquecksilber in diesen weifsen Niederschlag. Indessen auch bei dieser Bereitung mufs das Ganze erst längere Zeit stehen, ehe es sich gut filtriren läfst. Es ist hiezu nöthig, dafs das Schwefelquecksilber noch ganz nafs sey. Es verändert sich durch Quecksilberchloridauflösung nicht, wenn es vorher getrocknet worden war. Auch gegen fein zertheilten Zinnober ist Quecksilberchloridauflösung ohne Wirkung. Das feuchte Schwefelquecksilber indessen hat zum Quecksilberchlorid eine so grofse Verwandtschaft, dafs wenn man ein Uebermaafs von ersterem mit einer, selbst sehr verdünnten Auflösung von Quecksilberchlorid in Wasser digerirt, diesem in sehr kurzer Zeit die ganze Menge des Quecksilberchlorids entzogen wird. In der abfiltrirten Flüssigkeit wird durch Alkalien kein Niederschlag von Quecksilberoxyd erzeugt; nur durch salpetersaure Silberoxydauflösung wird nach einiger Zeit eine höchst unbedeutende Opalisirung hervorgebracht.

Der Niederschlag läfst sich vollkommen trocknen. Er hat eine ganz weifse Farbe und im Aeufsern grofse Aehnlichkeit mit dem sogenannten *Mercurius praecipitatus albus*. Bei höherer Temperatur wird er zersetzt. Erhitzt man ihn langsam in einer an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre, so sublimirt sich am weitesten von der erhitzten Stelle ein weifses Sublimat, das sich vollständig in Wasser löst und Quecksilberchlorid ist; näher der erhitzten Stelle und später sublimirt Schwefelquecksilber. Geschieht die Erhitzung sehr rasch, so löst sich oft nicht die ganze Menge des weifsen Sublimats in Wasser auf; es bleibt dann eine kleine Menge eines weifsen Pulvers zurück, das durch Alkalien geschwärzt wird, und aus unzersetzter Verbindung besteht.

In einfachen Säuren ist die Verbindung ganz unlöslich. Dafs sie von verdünnter Chlorwasserstoffsäure nicht

aufgelöst wird, ergiebt sich schon aus der Art ihrer Bereitung; aber auch concentrirte Chlorwasserstoffsäure ist ohne Wirkung auf sie. Sogar concentrirte Schwefelsäure, selbst wenn sie damit gekocht wird, zersetzt sie nicht, und ist ohne Einwirkung. Dasselbe ist auch mit der Salpetersäure der Fall, selbst wenn sie lange damit digerirt wird; bekanntlich ist diese Säure auch ohne Einwirkung auf Schwefelquecksilber. Wird aber die Verbindung mit Salpetersäure erhitzt, und dann Chlorwasserstoffsäure hinzugesetzt, so erfolgt eine so starke Einwirkung, dafs gewöhnlich die ganze Menge des Schwefels sogleich in Schwefelsäure verwandelt wird, und sich nur selten etwas Schwefel abscheidet.

Wird die Verbindung in einem passenden Apparate mit Chlorgas behandelt, während sie etwas erhitzt wird, so destillirt zuerst Chlorschwefel ab, und darauf sublimirt sich Quecksilberchlorid.

Mit Auflösungen von Alkalien übergossen wird die Verbindung allmählig schwarz; schneller geschieht die Einwirkung, wenn sie damit gekocht wird. Kohlensaure Alkalien bewirken dieselbe Veränderung, nur langsamer; in der Kälte lassen sie sie oft ziemlich lange unverändert; werden sie aber damit gekocht, so erfolgt die Zersetzung rasch. In der Flüssigkeit ist dann Chlorkalium oder Chlornatrium enthalten. Unstreitig wegen der Entstehung eines schwarzen Niederschlags durch Alkalien hat man in der Verbindung Quecksilberchlorür vermuthet; jener besteht indessen aus einer Mengung von Quecksilberoxyd und Schwefelquecksilber. Da letzteres in gröfserer Menge darin enthalten ist, so wird die Farbe der ersteren überdeckt. Digerirt man den schwarzen Niederschlag mit Chlorwasserstoffsäure, so bleibt Schwefelquecksilber ungelöst zurück, während sich Quecksilberoxyd in der Säure auflöst, das aus der Auflösung durch gewöhnliche Reagentien niedergeschlagen werden kann.

Die quantitative Analyse dieser sonderbaren Verbin-

dung, die vorzüglich nur über die wahre Natur derselben entscheiden konnte, habe ich auf mehrerlei Weise angestellt, um ganz entscheidende Resultate zu erhalten.

5,251 Grm. der getrockneten Verbindung wurden mit Wasser gemengt, und durch die Flüssigkeit Schwefelwasserstoffgas geleitet. Das entstandene Schwefelquecksilber auf einem gewogenen Filtrum getrocknet wog 5,048 Grm. Dieses Schwefelquecksilber enthielt indessen etwas unzersetzte Verbindung, weil die Verbindung nicht sehr fein gerieben worden war. Vollständig oxydirt, gab dieses Schwefelquecksilber, nachdem die Auflösung mit Chlorbaryum versetzt worden war, 4,959 Grm. schwefelsaure Baryterde. — Aus der vom Schwefelquecksilber abfiltrirten Flüssigkeit wurde das aufgelöste Schwefelwasserstoffgas durch eine Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd entfernt, worauf die vom Schwefelkupfer getrennte Flüssigkeit mit salpetersaurem Silberoxyd versetzt wurde. Das erhaltene Chlorsilber wog 1,970 Grm. Nach dieser Analyse betrug die Menge des Quecksilbers in der Verbindung 82,96 Procent, die des Chlors 9,26 Procent.

4,445 Grm. der Verbindung wurden mit Chlorgas zersetzt. Der abdestillirte Chlorschwefel wurde vorsichtig in Wasser geleitet, wobei ich darauf sah, dafs in der Flasche immer ein grofser Ueberschufs von Chlorgas vorhanden war, so dafs nicht eine Spur von schweflichter Säure entweichen konnte, sondern dieselbe vollständig in Schwefelsäure verwandelt wurde. Ich fuhr fort, so lange Chlorgas strömen zu lassen, bis aller in der Vorlage ausgeschiedener Schwefel sich vollständig oxydirt hatte. Es wurde dann alles in Wasser aufgelöst. Die Auflösung mit Chlorbaryum gefällt gab 2,819 Grm. schwefelsaure Baryterde. Die abfiltrirte Flüssigkeit wurde mit Schwefelsäure zersetzt, und aus der von der schwefelsauren Baryterde getrennten Flüssigkeit durch Zinnchlorür 3,576 Grm. Quecksilber erhalten. Diese Analyse gab 80,45 Proc. Quecksilber und 8,75 Proc. Schwefel.

Um zu sehen, ob die Verbindung immer von gleicher Zusammensetzung sey, wurdeu 2,629 Grm. einer zu einer andern Zeit bereiteten Menge mit Königswasser oxydirt. Ich erhielt durch Chlorbaryum 1,673 schwefelsaure Baryterde oder 8,78 Procent Schwefel.

Das Resultat der ersten Analyse weicht etwas von dem der andern ab. Die Menge des erhaltenen Schwefelquecksilbers ist aber scheinbar zu hoch, die des Chlors zu niedrig ausgefallen, weil ein kleiner Theil der Verbindung durch Schwefelwasserstoffgas unzersetzt geblieben ist. — Man sieht indessen offenbar, dafs die Verbindung aus einem Atome Quecksilberchlorid und zwei Atomen Schwefelquecksilber zusammengesetzt ist; denn das berechnete Resultat einer solchen Verbindung wäre folgendes:

Quecksilberchlorid	36,80
Schwefelquecksilber	63,20
	100,00

oder

Quecksilber	81,80
Chlor	9,53
Schwefel	8,67
	100,00.

Dieses Resultat widerlegt nun gänzlich die Annahme, dafs die Verbindung aus Quecksilberchlorür und Schwefel bestehe. Würde Schwefelwasserstoffgas Quecksilberchloridauflösung so zersetzt haben, dafs diese Produkte entstanden wären, so könnte wohl die Analyse die Zusammensetzung von gleichen Atomen Schwefequecksilber und Quecksilberchlorid gegeben haben, aber nicht die von zwei des erstern und einem des letztern. — Die Wirkung des Schwefelwasserstoffgases auf eine Quecksilberchloridauflösung besteht also darin, dafs zuerst Schwefelquecksilber gebildet wird, das sich mit unzersetztem Quecksilberchlorid zu einer eignen, in Wasser unlöslichen Ver-

Verbindung verbindet. Durch eine gröfsere Menge des Schwefelwasserstoffgases wird das Quecksilberchlorid völlig zersetzt, und nur Schwefelquecksilber gebildet.

Analoge Erscheinungen finden statt, wenn Schwefelwasserstoffgas auf eine *Quecksilberbromidauflösung* einwirkt. Es findet dieselbe milchichte Trübung statt, so dafs ich die Verbindung von Quecksilberbromid und Schwefelquecksilber auf die Art darstellte, dafs ich feuchtes Schwefelquecksilber mit Quecksilberbromidauflösung digerirte. Der getrocknete Niederschlag unterschied sich von dem aus Quecksilberchloridauflösung dargestellten nur durch einen schwachen Stich in's Gelbe. Er verhielt sich gegen Säuren, auch gegen concentrirte Schwefelsäure und Salpetersäure wie dieser, Alkalien schwärzten ihn dagegen langsamer. Erhitzt zerlegte er sich in Quecksilberbromid und in Schwefelquecksilber, das sich später verflüchtigte. Diese Verbindung ist der vorigen analog zusammengesetzt. Ich habe in ihr nur die Menge des Schwefels durch Versuche bestimmt. Bei einem Versuche erhielt ich, als ich 2,673 Grm. davon mit Königswasser oxydirte und die Auflösung mit Chlorbaryum fällte 1,534 Grm. schwefelsaure Baryterde; bei einem andern aus 3,185 Grm. 1,813 Grm. schwefelsaure Baryterde, also 7,92 und 7,86 Procent Schwefel. Nimmt man nach Liebig's Versuchen das Atomengewicht des Broms zu 469,622 an, so müfste in der Verbindung, wenn sie aus einem Atom Quecksilberbromid und zwei Atomen Schwefelquecksilber besteht, 7,83 Procent Schwefel enthalten seyn.

Quecksilberjodid mit Schwefelwasserstoffgas behandelt, giebt eine ähnliche Verbindung. Ich übergofs Quecksilberjodid mit Wasser, das mit Schwefelwasserstoffgas angeschwängert war, setzte aber nur so viel desselben hinzu, dafs es nicht im Uebermaafs vorhanden war, und digerirte Alles längere Zeit. Es entstand ein leichter, suspendirter gelber Niederschlag, der sich von dem über-

schüssigen unlöslichen rothen Quecksilberjodid ziemlich leicht trennen liefs. Erhitzt zerlegte es sich in rothes Quecksilberjodid und in Schwefelquecksilber, das sich später sublimirte.

Quecksilberfluorid verhält sich gegen Schwefelwasserstoff auf eine ähnliche Weise. Ich behandelte eine Auflösung von Quecksilberoxyd in überschüssiger Fluorwasserstoffsäure in Platingefäfsen mit Wasser, das mit Schwefelwasserstoffgas angeschwängert war. Es entstand ein weifser schwerer Niederschlag, der sich gut mit kaltem Wasser auf einem Platintrichter auswaschen liefs. Leicht getrocknet war er vollkommen weifs; er enthielt dann aber noch Wasser, das er erst nach langem Trocknen bei einer ziemlich erhöhten Temperatur verlor, wodurch er einen schwachen Stich in's Gelbliche erhielt, der beim Befeuchten mit etwas Wasser wieder vollständig verschwand. Er unterschied sich dadurch wesentlich von den beschriebenen Niederschlägen, dafs er schon durch kochendes Wasser zerlegt wurde, welches jene nicht angreift. Er wird dadurch in schwarzes Schwefelquecksilber, das ungelöst bleibt, und in Quecksilberfluorid verwandelt, welches sich indessen nicht ganz ohne zersetzt zu werden auflösen kann. In einer an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre erhitzt, verwandelte er sich in regulinisches Quecksilber und Fluorkieselgas, während näher der erhitzten Stelle sich Schwefelquecksilber sublimirte. Gegen Chlorwasserstoffsäure und Salpetersäure verhält er sich wie die schon beschriebenen Verbindungen, concentrirte Schwefelsäure hingegen zerlegt ihn, wenn sie damit erhitzt wird, und entwickelt Fluorwasserstoffsäure, während sich das Schwefelquecksilber mit dem entstandenen schwefelsauren Quecksilberoxyde verbindet, wodurch keine Veränderung in der Farbe entsteht. Mit Auflösungen von Alkalien kalt behandelt wird er roth, damit gekocht schwarz. — Ohne Zweifel besteht dieser Niederschlag aus 2 Atomen Schwefelquecksilber,

und einem Atome Quecksilberfluorid. Ich erhielt indessen, als ich die Menge des Schwefels in ihm bestimmte, etwas weniger davon, als ich der Berechnung nach erhalten sollte. Diefs rührt aber nur davon her, dafs es aufserordentlich schwer ist, eine Quantität davon richtig abzuwiegen, weil er bei weitem schwerer zu trocknen ist, als die andern Niederschläge, von denen im Vorhergehenden die Rede war. Ich erhielt von 3,670 Grm. der Verbindung, nachdem sie durch Königswasser oxydirt, und das Fluorwasserstoffgas entfernt, 0,056 Grm. ausgeschiedenen Schwefel, und nachdem die davon abfiltrirte Flüssigkeit mit Chlorbaryum versetzt worden war, 1,842 Grm. schwefelsaure Baryterde. Diefs macht 8,45 Proc. Schwefel; nach der Berechnung mufs die Verbindung 9,07 Proc. davon enthalten.

Man erhält dieselbe Verbindung, wenn man eine Auflösung von Quecksilberoxyd in Kieselfluorwasserstoffsäure mit Schwefelwasserstoffgas oder feuchtem Schwefelquecksilber behandelt; der Niederschlag enthält dann eine geringe Menge von Kieselerde.

Die *Quecksilberoxydsalze* verhalten sich gegen Schwefelwasserstoffgas wie die Verbindungen des Quecksilbers mit Chlor, Brom und Fluor. Die Niederschläge, die durch dieses Gas im Anfange in den Auflösungen dieser Salze hervorgebracht werden, sind weifs; sie setzen sich besser ab, und lassen sich auch besser filtriren, als der, welcher in Quecksilberchloridauflösung entsteht. Sie bestehen aus Schwefelquecksilber und den angewandten Salzen. Ich habe nur den Niederschlag quantitativ untersucht, der in *salpetersaurer Quecksilberoxydauflösung* durch Schwefelwasserstoffgas hervorgebracht wird.

Dieser ist vollkommen weifs; durch zu langes überflüssiges Aussüfsen erhielt er indessen einen Stich in's Gelbe. In einer an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre erhitzt, giebt er nur wenig sublimirtes Schwefelquecksilber, *es zeigt sich eine bedeutende* Menge von

Quecksilberkugeln, es entweichen salpetrichtsaure Dämpfe und es bildet sich Schwefelsäure. Uebergiefst man das Ganze mit Wasser, so wird in demselben durch Chlorbaryum ein bedeutender Niederschlag von schwefelsaurer Baryterde erzeugt. Gegen Säuren verhält er sich wie der Niederschlag aus Quecksilberchloridauflösung; auch die concentrirte Schwefelsäure ist ohne Wirkung auf ihn und entwickelt aus ihm keine salpetersauren Dämpfe, auch wenn sie damit gekocht wird. Mit Auflösungen von Alkalien kalt übergossen wird er gelb, nach und nach aber schwarz. Wird er damit gekocht, so wird er plötzlich schwarz.

Zur Analyse wurde er nur so lange ausgesüfst, dafs er dadurch nicht zersetzt und gelblich wurde. 5,180 Grm. davon wurden mit Wasser gemengt, und durch das Gemenge Schwefelwasserstoffgas geleitet, bis die Zersetzung vollständig erfolgt war. Ich erhielt 4,538 Grm. Schwefelquecksilber. In der vom Schwefelquecksilber abfiltrirten Flüssigkeit wurde das aufgelöste Schwefelwasserstoffgas durch eine Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd zerstört, und darauf eine Auflösung von Baryterde im Uebermaafs hinzugesetzt. Die vom Schwefelkupfer und der schwefelsauren Baryterde getrennte Flüssigkeit wurde langsam bis zur Trockne abgedampft, wodurch alle überschüssige Baryterde sich vollständig in kohlensaure Baryterde verwandelte. Die trockne Masse wurde mit Wasser behandelt, und die von der kohlensauren Baryterde abfiltrirte Flüssigkeit mit Schwefelsäure versetzt. Ich erhielt 1,428 Grm. schwefelsaure Baryterde. Diese Analyse gab also 76,35 Proc. Quecksilber und 12,80 Procent (wasserfreie) Salpetersäure.

4,036 Grm. wurden mit Königswasser vollständig oxydirt, und die Auflösung mit Chlorbaryum gefällt. Ich erhielt 2,276 Grm. schwefelsaure Baryterde, die 7,78 Procent Schwefel entsprechen.

Hieraus ergiebt sich, dafs diese Verbindung aus zwei *Atomen Schwefelquecksilber* und einem Atom wasserfrei

neutralem salpetersaurem Quecksilberoxyde besteht, welche Verbindung der Berechnung nach im Hundert besteht aus:

Schwefelquecksilber	58,95
Salpetersaurem Quecksilberoxyd	41,05
	100,00

oder aus

Quecksilber	76,30
Sauerstoff	2,01
Salpetersäure	13,61
Schwefel	8,08
	100,00.

Diese Verbindung ist deshalb noch merkwürdig, dafs sie wasserfreies und neutrales salpetersaures Quecksilberoxyd enthält, das, nach Mitscherlich's d. j. Versuchen, nicht in fester Form dargestellt werden kann.

Aufser dieser Verbindung des Schwefelquecksilbers mit einem Quecksilberoxydsalze *) habe ich noch dargestellt, aber nicht quantitativ untersucht die Verbindung des Schwefelquecksilbers mit dem schwefelsauren Quecksilberoxyde, die ganz weifs ist, aber beim Auswaschen schwach gelblich wird, und die mit dem essigsauren Quecksilberoxyde. — Eine Ausnahme macht die Auflösung des Quecksilbercyanids, in welcher durch die geringste Menge von Schwefelwasserstoffgas gleich schwarzes Schwefelquecksilber gebildet wird.

Es glückte mir auch nicht eine Verbindung von Quecksilberoxyd mit Schwefelquecksilber darzustellen. Ich digerirte frisch gefälltes Quecksilberoxydhydrat mit feuchtem Schwefelquecksilber und Wasser lange Zeit, ohne sie hervorbringen zu können. Eben so wenig habe ich das Schwefelquecksilber mit Oxyden oder Chlorverbindnngen anderer Metalle verbinden können.

*) Analoge Verbindungen sind schon früher von Wöhler und von Liebig dargestellt worden (dies. Ann. Bd. 77. S. 231. u. Bd. 87. S. 125.).

V. *Untersuchung des Fahlunits; von Trolle-Wachtmeister.*

(Aus den *K. Vetensk. Acad. Handl.* für 1827. St. 1.)

Das Mineral, dessen Untersuchung ich die Ehre habe der K. Academie hier vorzulegen, ist für die Mineralogen lange ein Gegenstand der Aufmerksamkeit gewesen. Es gehört zur Zahl derjenigen Fossilien, welche, um mich des Hausmann'schen Ausdrucks zu bedienen, die Gruben von Fahlun ganz besonders charakterisiren, weshalb auch der ihm gegebene Name nicht unpassend gewählt scheint. Mit Recht bemerkt aber zugleich der berühmte Mineralog, auf den ich mich so eben berufen habe, dafs der Fahlunit zu den minder bekannten Mineralien gezählt werden könne, was auch daraus erhellt, dafs er selbst, unter dem gemeinsamen Namen *Triklasit*, sowohl den eigentlichen Fahlunit als auch den Dichroit aufgeführt, welcher letztere, bei seiner Auffindung in den Fahlun-Gruben, harter Fahlunit genannt worden ist, aber bestimmt eine eigene Art ausmacht.

Inzwischen fehlte es zur Beurtheilung der chemischen Zusammensetzung des Fahlunits an einer Analyse, bis Hr. Hisinger (*Afhandl. i Fysik och Kemi* 6. *Del*) eine von der unkrystallisirten, im Chloritschiefer eingesprengten Varietät anstellte, zufolge welcher dieselbe zusammengesetzt ist, aus:

Kieselsäure	46,79
Thonerde	26,73
Talkerde	2,97
Eisenoxydul	5,01
Manganoxydul	0,43
Wasser	13,50
	95,43

wonach man die Formel $AS^2 + Aq$ aufstellen könnte. Allein die grofse Verwandtschaft des Fahlunits mit den Talkarten — wenn ich so sagen darf — läfst vermuthen, dafs unter dem stattgefundenen Verlust ein bedeutender Theil Talkerde und auch Alkali versteckt sey. Diefs gab mir Veranlassung, mit diesem Minerale eine neue Untersuchung vorzunehmen, um so mehr, als ich durch die Freigebigkeit des Hrn. Heinrich Gahn in den Stand gesetzt wurde, zu dieser Analyse Krystalle anzuwenden, von denen man sich sichere Resultate versprechen konnte.

Ich werde hier besonders die Analysen von drei Varietäten anführen, die ich untersucht habe.

a) Unkrystallisirter Fahlunit.

Dieser am gewöhnlichsten vorkommende, dem der Name Fahlunit vom Anfange her eigentlich zukommt, findet sich an mehreren Stellen in der Grube, aber besonders in der sogenannten Erich Matts Grube, wo er, reichlich eingesprengt in grauen Chloritschiefer, sich als ovale Nieren zeigt, bei denen man im Querbruch zuweilen eine Anlage zur prismatischen Gestalt entdecken kann. Der *Bruch* ist eben, in's Feinsplittrige übergehend. Die *Farbe* ist theils kohlschwarz, theils schwarzbraun; im erstern Falle ist ein feiner Splitter in dünner Kante graugrün, im letzteren braun durchscheinend. Der *Glanz* ist wachsartig, aber schwach. Er wird leicht von einer Stahlspitze geritzt, giebt einen weifsen, etwas in's Braune fallenden *Strich* (die schwarzen Varietäten geben ein reineres Weifs). — Das *Pulver* ist hellgrau, und bekommt im Glühen einen schwachen Stich in's Ocherfarbene. Das *specifische Gewicht* =2,68 (nach Hisinger =2,62).

Vor dem *Löthrohre* werden dünne Splitter fast weifs, zerspringen, und erhalten eine erdige Oberfläche; sie schmelzen unter geringem Anschwellen an den Kanten zu Glas; mit Kobaltsolution werden sie blau. Die schwarzen Varietäten schmelzen leichter und schwellen stärker auf, als die braunen. Mit den *Flüssen* giebt er ein *eisenfarbenes Glas*. Im *Kolben* erhitzt, giebt er Wasser

aus und wird grau. Der organische Stoff, welcher die meisten Talksilicate begleitet, und welcher an offner Luft fortgebrennt werden kann, hindert hier durch seine Verkohlung das Auftreten der weifsen Farbe. Ist die Probe gepulvert, ihre Menge nicht zu gering, und das Glühen stark genug gewesen, so kommt zuletzt Wasser, welches auf dem Glase einen Fleck macht, ohne es anzugreifen, welches Lackmuspapier röthet, und, mit einem Stich in's Gelbe, Fernambuckpapier bleicht.

Die von mir bei der Analyse angewandte Methode ist die, welche man bei talk- und thonerdehaltigen Fossilien gewöhnlich befolgt. Nach dem Glühen mit Alkali, Lösen in Salzsäure, Abscheiden der Kieselerde und Eintrocknen, wurde nämlich die Thonerde und das Eisenoxyd mit doppelt-kohlensaurem Kali gefällt, welches in der hinreichend sauren, aber verdünnten Flüssigkeit die alkalischen Erden mit Kohlensäure verbunden zurückliefs, zugleich mit etwas Mangan und einem geringen Theil von Eisen. Nach Verjagung der Säure, wurden die Oxyde durch Hydrothion-Ammoniak abgeschieden, darauf die Kalkerde durch oxalsaures Ammoniak und nun die Talkerde durch kohlensaures Kali in der Wärme und durch mehrmalige Einkochungen. Die letzte in der Flüssigkeit zurückgebliebene Portion Talkerde, wurde mit kaustischem Ammoniak und phosphorsaurem Natron gefällt, wodurch das Doppelsalz entsteht, dessen Talkerdegehalt nach dem Glühen =36,67 ist, welches aber, da es nicht ganz unlöslich ist, einigen Verlust herbeiführt. Die Thonerde wurde vom Eisenoxyd durch Kochen mit kaustischem Kali abgeschieden, auf ein Filtrum gebracht, mit Salzsäure behandelt, und nun mit kohlensaurem Ammoniak ausgefällt. Das Eisenoxyd wurde, damit es sicher vollkommen oxydirt war, wieder in Königswasser gelöst, durch kochende Digestion mit bernsteinsaurem Natron gefällt, mit kaltem Wasser gewaschen, und endlich auf *dem Filtrum* mit kaustischem Ammoniak getränkt. Die

Educte wurden nach dem Glühen berechnet, und auf den in ihnen gebliebenen Gehalt an Kieselerde geprüft.

Die Bestimmung des Alkali's geschah an einer besonderen Probe, welche mit Flufssäure digerirt wurde; darauf setzte man Salzsäure hinzu, wodurch die Zersetzung weiter vor sich zu gehen schien. Die Lösunng wurde mit Schwefelsäure versetzt und eingetrocknet, die Salzmasse geglüht und mit Wasser digerirt, die Lösung filtrirt und nun zur Abscheidung der Schwefelsäure mit essigsaurem Baryt vermischt. Die essigsauren Salze wurden durch Glühen in kohlensaure verwandelt und die Erden abfiltrirt, worauf man die alkalische Flüssigkeit mit Salzsäure sättigte und eintrocknete. Das Salz wurde nach dem Glühen gewogen, und wieder in Wasser gelöst, wobei sich gewöhnlich etwas Talkerde zurückgehalten zeigte; damit diese letzte Portion möglichst unlöslich werde, wurde während des Glühens der Salzmasse ein Stück kohlensaures Ammoniak in den Tiegel gelegt. Diese Erde wurde gewogen und von dem zuvor erhaltenen Gewichte abgezogen. Die Lösung wurde mit dem $3\frac{1}{2}$fachen des Salz-Gewichts an krystallisirtem Doppelsalz von Chlorplatin und Chlornatrium vermischt, und damit bei gelinder Ofenwärme eingetrocknet. Das erhaltene Salz wurde mit Alkohol behandelt. Nach dem, was ungelöst blieb, wurde der Kaligehalt berechnet; und das, was an dem zuvor gefundenen Gewicht der Chlor-Salze fehlte, wurde als Natron angesehen.

Zur Auffindung der Flufssäure, deren Gegenwart, als kieselhaltige, sich beim Löthrohrversuch verrathen hatte, wurde eine Probe mit dem Vierfachen ihres Gewichts an verwittertem kohlensaurem Natron geglüht und so lange mit Wasser ausgelaugt, als sich noch eine alkalische Reaction zu erkennen gab. Darauf wurde kohlensaures Ammoniak hinzugesetzt, die Lösung filtrirt und sodann bei sehr gelinder Wärme bis zu einem bedeutend kleinerem Volumen abgedunstet. Nachdem die Flüssigkeit

mit Salzsäure gesättigt worden und eine Zeit lang in der Wärme gestanden hatte, wurde sie schnell aufgekocht, mit kaustischem Ammoniak neutralisirt und in eine Flasche gegossen, worin sich eine Lösung von salzsaurem Kalk befand. Die Flasche wurde schnell verkorkt und eine Zeit lang stehen gelassen. Das klare Wasser wurde von dem entstandenen Niederschlag abgegossen, und durch frisch erwärmtes ersetzt, was, nachdem sich der Niederschlag auf's neue gesetzt hatte, wiederholt wurde, bis reines Wasser abflofs. Der flufssaure Kalk wurde dann herausgenommen und nach ihm die Säure berechnet *).

Die Analye gab:

Kieselerde	43,51	Sauerstoffgehalt:		22,59
Thonerde	25,81	-	-	12,05
Eisenoxyd	6,35	-	-	1,93
Talkerde	6,53	-	-	2,53
Manganoxydul, gemengt mit Eisenoxyd	1,72	-	-	0,36
Natron	4,45	-	-	1,16
Kali	0,94	-	-	0,16
Kieselhaltige Flufssäure	0,16	-	-	
Kalkerde (eine Spur)				
Wasser	11,66	-	-	10,36
	101,13			

Hieraus sehen wir, dafs der Sauerstoff in den Basen, welche ein Atom von demselben enthalten, =4,21 beträgt, was beinahe ein Drittel der Summe des Sauerstoffs der Thonerde und des Eisenoxyds, und nahe die Hälfte des Sauerstoffs im Wasser ist. Die Kieselsäure enthält so viel Sauerstoff als zur Sättigung der Basen, die drei Atome Sauerstoff enthalten, und zur Bildung von Bisilicaten mit den übrigen, erforderlich ist. Hiedurch

*) Bei Aufstellung dieser Analyse ist, wie bei den übrigen Versuchen, das Mittel aus zwei Versuchen genommen, die so nahe mit einander übereinstimmen, wie es nur bei Mineralanalysen *möglich ist.*

entsteht offenbar die nachstehende Formel, welche genau mit dem obigen Resultat übereinstimmt, wenn man annimmt, was sicher auch der Fall ist, dafs ein geringer Theil des Eisens als Eisenoxydul unter den Basen im ersten Gliede zugegen ist.

$$\left.\begin{matrix} M \\ mg \\ K \\ N \\ f \end{matrix}\right\} S^2 + 3 \left\{\begin{matrix} A \\ F \end{matrix}\right\} S + 2 Aq$$

Diese Zusammensetzung kann, wenn man blofs das Atomenverhältnifs der Basen oder ihrer Radicale andeuten will, folgendermafsen ausgedrückt werden $= rS^2 + 3RS + 2Aq$, was der chemischen Formel entspricht:

$$\dot{R}^3 \ddot{Si}^2 + 3\dddot{R}\dddot{Si} + 6\dot{H}.$$

Da die Talkerde unter den Basen in dem ersten Gliede vorherrschend ist, so scheint es annehmbar, dafs die Hauptmasse in diesem Vereine von isomorphen Körpern oder die das Mineral charakterisirende Masse zusammengesetzt sey aus: $MS^2 + 3AS + 2Aq$.

b) Schwarzer krystallisirter Fahlunit vom Terra-Nova-Schacht in der Fahlun-Grube.

Die Krystallform des Fahlunits ist, nach den in Hrn. Wallman's Sammlung in Fahlun befindlichen grofsen und wohl ausgebildeten Krystallen, von Hrn. Mitscherlich bestimmt und der des Topases gleich gefunden worden. Die Kanten sind gewöhnlich etwas abgerundet, wodurch die Krystalle ein Ansehen erhalten, das man nicht mit Unrecht mit dem durch anfangende Schmelzung entstehenden verglichen hat.

Die Varietät, welche Gegenstand dieser Untersuchung ist, kommt, in mehr oder weniger gut ausgebildeten prismatischen Gestalten, in Bleiglanz vor, von dem sie zuweilen Flitterchen eingesprengt enthält. Sie hat einen

nen ebenen Bruch, zeigt aber Anlage zur Grobblättrigkeit. Die Farbe ist, an Kanten von Splitterchen, durchscheinend grau, kaum merklich in's Grüne neigend. Im übrigen ist sie der ersteren gleich, nur hat sie einen stärkeren Glanz und einen weifsen Strich. Das specifische Gewicht ist =2,74.

Im Verhalten vor dem Löthrohr stimmt sie mit dem zuvorbeschriebenen überein. Nur darin zeigt sich eine unbedeutende Verschiedenheit, dafs die Probe, der Flamme ausgesetzt, zwar heller, aber nicht ganz so weifs wird, und an den geschmolzenen Kanten blasiger ist.

Resultat der Analyse.

Kieselsäure	44,60	Sauerstoffgehalt:		23,19
Thonerde	30,10	-	-	14,06
Talkerde	6,75	-	-	2,62
Eisenoxydul	3,86	-	-	0,88
Manganoxydul, etwas eisenhaltig	2,24	-	-	0,48
Kalkerde	1,35	-	-	0,38
Kali, mit Spur von Natron,	1,98	-	-	0,33
Wasser und eine Spur kieselhaltiger Flufssäure	9,35	-	-	8,53
	100,23.			

Die Zusammensetzung giebt hier ganz die nämliche Formel, wie für den vorhergehenden Fahlunit; denn der Sauerstoff in den Basen der ersten Ordnung oder in den mit einem Atome Sauerstoff, ist 4,69, welches ×3 ist =14,07, womit das für die Thonerde gefundene Resultat vollkommen übereinstimmt. Der Sauerstoff der letztgenannten Erde, hinzugefügt zu dem der einatomigen Basen, ist, doppelt genommen, =23,45, welches höchst unbedeutend von der Sauerstoffmenge abweicht, die in der Kieselsäure enthalten ist.

c) **Dunkelgrauer krystallisirter Fahlunit von der Luisengrube; (Terra-Nova-Schacht?) in der Fahlun Grube.**

Er kommt in weit unvollkommner ausgebildeten Krystallen, aus einer formlosen Masse angeschossen in weifsem Fettquarz vor. Er ist dunkelgrau, oder fast schwarzgrau mit einem Stich in's Grüne, welcher sich deutlicher in durchsichtigen Kanten eines dünnen Splitters zeigt. Der *Glanz* ist höchst unbedeutend. *Strich* weifs. Keine Spur von Blättrigkeit. Verhält sich in seinen übrigen äufsern Kennzeichen wie der oben beschriebene, scheint aber vor dem Löthrohr etwas schwerer schmelzbar zu seyn. Das specifische Gewicht =2,79.

Die Analyse gab:

Kieselsäure	44,95	Sauerstoffgehalt:		23,38
Thonerde	30,70	-	-	14,34
Eisenoxydul	7,22	-	-	1,64
Talkerde	6,04	-	-	2,33
Kalkerde	0,95	-	-	0,26
Manganoxydul	1,90	-	-	0,42
Kali	1,38	-	-	0,23
Wasser mit Spuren von kieselhaltiger Flufssäure	8,65	-	-	7,84
	101,79			

In dieser Analyse zeigt sich ein Ueberschufs bei den Basen, welche zum ersten Gliede der von mir für die früheren Varietäten aufgestellten Formel gehören. Ich glaube indefs nicht, dafs dieser, wahrscheinlich von fremdartigen Einmengungen herrührende Umstand eine wesentliche Verschiedenheit in der Zusammensetzung nach sich ziehen kann.

Uebrigens ist es bemerkenswerth, dafs, bei Bildung der krystallisirten Varietäten, die Kalkerde anscheinend die Stelle eingenommen hat, welche bei dem gewöhnli-

chen Fahlunit das Natron einnimmt, und dafs bei ihnen die Thonerde allein das Glied bildet, welches die Basen mit drei Atomen Sauerstoff enthält.

VI. *Ueber die öligen und harzigen Producte der trocknen Destillation des Holzes; von J. J. Berzelius.*

(Aus dem Lehrbuche des Verfassers, Th. V. S. 1191. des Originals)

Wenn Pflanzenstoffe der trocknen Destillation unterworfen werden, so zerfallen sie in vier besondere Producte: 1) in ein brenzliches Oel, 2) in eine wäfsrige Flüssigkeit, 3) in mehrere Gase, und 4) in Kohle. Hier soll nur von den beiden ersten die Rede seyn.

I. Brenzliches Oel.

Dieses ist zu Anfange der Destillation farblos und dünnflüssig, wird aber späterhin gelb und endlich braun, ja sogar schwarz, und in demselben Maafse immer dickflüssiger, so dafs das, was zuletzt übergeht, nach dem Erkalten der Retorte, im hintern Theile des Halses meist in starrer Form gefunden wird. Wenn das pechartige Oel Gelegenheit findet sich mit dem zuerst übergegangenen zu mischen, so wird es von diesem gelöst, und man erhält ein braunes Oel, welches einige Consistenz besitzt, falls die Menge des Pechs bedeutend gewesen ist. Wird dieses von der zugleich übergegangenen wäfsrigen Flüssigkeit abgeschieden und für sich der Destillation unterworfen, so geht, wie es ein hineingestecktes Thermometer zeigt, zuerst bei einem niederen Siedepunkt etwas farbloses Oel über; dann aber treten, während der Siedepunkt steigt, wieder durchaus dieselben Erscheinungen, wie bei der ersten Destillation, auf. Das Oel färbt sich gelb, dann braun und endlich schwarz, wobei es die Consistenz des Pechs annimmt. In der Retorte bleibt

Kohle zurück, und mit dem Oele geht zugleich ein wenig braunes saures Wasser über.

Danach hätte es den Anschein, als wären diese brenzlichen Oele Gemische von einer Menge verschiedener flüchtiger Verbindungen; allein das Verhalten ist nicht ganz so wie es scheint. Etwas ganz ähnliches finden wir bei den natürlichen Balsamen, welche, wenn sie für sich destillirt werden, sehr wenig von dem in ihnen enthaltenen flüchtigen Oele geben, dagegen aber, unter beständigem Steigen des Siedepunkts, brenzliche Oele von zunehmender Consistenz hervorbringen.

Wenn man aber das braune consistente brenzliche Oel, oder einen natürlichen Balsam, mit Wasser destillirt, so geht nur ein flüchtiges und dünnflüssiges aber gelbes Oel über, welches, um es farblos zu erhalten, ein Paar Mal mit Wasser umdestillirt werden mufs und in der Retorte bleibt, neben noch nicht überdestillirtem Wasser, ein schwarzes, durchaus nicht flüchtiges Pech zurück, welches in seinen äufseren Eigenschaften mehr Aehnlichkeit mit Pflanzenharzen, als mit irgend einem andern Körper besitzt. Dieses braune schwerflüssige Oel ist also, seiner Zusammensetzung nach, den natürlichen Balsamen ähnlich, d. h. es besteht aus einem oder zwei (vielleicht auch mehreren) flüchtigen, farblosen oder schwach gelben Oelen, und einem oder mehreren, durch Einwirkung der Hitze gebildeten, braunen oder schwarzen Harzen, welche für sich nicht flüchtig sind, aber gemeinschaftlich mit dem Oele theilweise überdestillirt werden können.

Wir haben folglich in dem brenzlichen Oele die beiden Bestandtheile, Oel und Harz, besonders zu studiren. Das Oel will ich *Brenzöl* (*Pyrelain*) und das Harz *Brenzharz* *) (*Pyrretin*) nennen; so dafs ich unter brenzlichem Oel die durch Destillation entstehende Verbindung

*) Ich habe hier nicht das Wort Pech (*pix*) gebrauchen wollen, weil es eine bestimmte Bedeutung besitzt, und eine Verbindung von Colophon mit Brenzharz ist.

verstehe, unter den eben angeführten specifischen Namen aber die einzelnen, welche für sich in diesem Zustand durch Destillation mit Wasser erhalten werden.

Das *Brenzöl* begreift eine grofse Anzahl flüchtiger Oele von ungleichen physikalischen Eigenschaften und Bestandtheilsverhältnissen, je nach dem Stoffe, aus welchen es erhalten worden ist. Hier werde ich nur die allen gemeinsamen Eigenschaften anführen.

Mehrentheils sind sie dünnflüssig, farblos oder schwach gelblich. Sie besitzen gewöhnlich einen sehr unangenehmen, an starren Körpern lange haftenden Geruch, und einen eigenthümlichen, widrigen, brennenden Geschmack. Sie lassen sich leicht entzünden, und brennen mit heller und rufsender Flamme. Sie verdunsten in atmosphärischer Luft, und, dieser beigemischt, geben sie ihr zuweilen die Eigenschaft, mit Flamme zu brennen, wenn sie zu einer feinen Oeffnung herausströmt und mit einem brennenden Körper entzündet wird. Hinsichtlich ihres Verhaltens an der Luft theilen sie sich in zwei Arten. Ein Theil wird, unter Verschluckung von Sauerstoff dunkler, und allmälig in ein dunkles oder schwarzes Harz verwandelt. Dasselbe geschieht augenblicklich, wenn man es mit einer warmen, neutralen und etwas concentrirten Lösung vom schwefelsauren Eisenoxyd schüttelt, wobei dieses von dem Oel zum Oxydulsalz reducirt wird. Ein anderer Theil dagegen verändert sich sehr unbedeutend an der Luft, kann daher lange unverändert aufbewahrt werden, und läfst sich mit schwefelsaurem Eisenoxyd sowohl schütteln als kochen, ohne dadurch in Harz verwandelt zu werden. Sie lösen sich bisweilen träge in Alkohol, aber leicht in Aether, fetten und flüchtigen Oelen; werden auch von concentrirter Schwefelsäure gelöst, welche mit ihnen chemische Verbindungen bildet, von ähnlicher Natur wie die Schwefelweinsäure. Durch Salpetersäure werden sie in harzähnliche Körper verwandelt. Von Alkalien werden gewisse aufgelöst, andere nicht.

M

Mit Ammoniak geben sie Emulsionen, welche sich lange halten. Sie lösen Harze auf, und könnten, wenn nicht ihr widriger und lange anhaltender Geruch davon abhielte, zu Firnissen angewandt werden. Sie lösen Kautschuck auf, und lassen es, nach Verdunstung in der Wärme, mit allen seinen Eigenschaften zurück; nur ist es wie im frischen Zustande mehrere Monate lang ein wenig klebrig.

Das *Brenzharz* macht eine grofse Classe von Verbindungen aus, welche Harzen ähnlich sind, und, wie es scheint, mehr als andere Körper, durch den Einflufs ganz schwacher chemischer Verwandtschaften, Veränderungen in ihrer Zusammensetzung unterworfen sind. Die Brenzharze theilen sich in zwei Classen. Die eine derselben wird bei denjenigen trocknen Destillationen gebildet, bei denen eine saure, Essigsäure enthaltende Flüssigkeit entsteht; diese sind Verbindungen von Brenzharz mit Essigsäure, und bestehen öfters aus einem Gemisch von mehreren, oder erweisen sich so, wenn sie mit Reagenzien behandelt werden. Die andere Classe entsteht, wenn die Flüssigkeit wenig oder gar keine Essigsäure enthält, oder mehr Ammoniak, als die Essigsäure sättigen kann.

Um einen Begriff von den Eigenschaften dieser Körper zu geben, werde ich einige Versuche anführen, die ich mit den Brenzharzen des Birkenholzes und des Bernsteins angestellt habe.

1) Saures Brenzharz vom Birkenholze.

So wie es mit Holzsäure verbunden erhalten wird ist es bei +18° C. halbflüssig, schwerer als die Säure, schwarz oder schwarzbraun und stinkend. Es enthält noch Brenzöl, von dem man es durch Destillation mit Wasser befreien kann. Diefs Oel ist bräunlich, schwerflüssig und schwerer als Wasser. Mit kaustischem Ammoniak giebt es eine strohgelbe Emulsion, deren emulsive Theile zu Boden sinken. Durch schwefelsaures Eisenoxyd wird es bald in ein schwarzes Pech verwandelt.

Sobald das vom Brenzharz übergehende Wasser klar ist, wie gewöhnliches Pech riecht und nicht mehr vom schwefelsauren Eisenoxyd geschwärzt wird, ist das Brenzharz von dem Oel befreit. Ersteres besitzt nun alle Eigenschaften des gewöhnlichen Pechs.

Bei gewöhnlicher Temperatur der Luft ist es fest, und bricht mit glasigem Bruche. Es ist schwarz und glänzend, geht in Wasser unter, röthet feuchtes Lackmuspapier, erweicht durch die Wärme der Hand, und läfst sich formen, ohne dabei an den Fingern zu kleben, wenn es nicht zu warm wird, und riecht wie Pech.

Bei Behandlung mit Reagenzien verhält es sich so, als wenn jedes von ihnen neue Verbindungen hervorriefe, weil eine auf verschiedene Weise angestellte Analyse es in Stoffe von verschiedenen Eigenschaften zerlegt.

Das Wasser, welches nach dem Fortsieden des Brenzöles über dem Harze zurückbleibt, ist gelb, röthet Lackmuspapier und schmeckt zusammenziehend und bitter. Wird es abgedunstet, so setzt sich anfangs nichts ab, aber was an den Rändern des Gefäfses eintrocknet, ist ein Harz, welches sich wenig oder gar nicht in Wasser auflöst. Die Flüssigkeit bleibt bis gegen das Ende klar, wo sie bei Vermischen mit Wasser sich trübt und ein weiches Harz absetzt, welches sie auch bei Verdunstung in gelinder Wärme zurückläfst. Die Ursache dieser Erscheinung liegt darin, dafs das Harz Essigsäure chemisch gebunden enthält, dafs das Wasser beim Kochen diese Verbindung bis zu einem gewissen Grade zersetzt, dafs das Harz mit mehr Säure verbunden in Wasser löslich ist, und dafs beim Verdunsten dieser Ueberschufs von Säure verfliegt und das Harz in einem weniger löslichen Sättigungsgrad zurückbleibt.

Kocht man das Brenzharz lange mit *Wasser*, und wiederholt diefs mehrmals mit frischem Wasser, so werden die Lösungen anfangs dunkelgelb, und beim Erkalten werden sie beständig trübe; die ersten röthen Lack-

›apier stark, die späteren röthen es nicht mehr, er-
n aber diese Eigenschaft, wenn man sie durch Ab-
ten concentrirt. Sie fällen Bleizuckerlösung mit gelb-
er Farbe. Die Eigenschaften des Brenzharzes wer-
dabei allmälig verändert. Die Eigenschaft, auf freie
e zu reagiren, verliert es gänzlich, und nun besteht
us einem pulverförmigen schwarzbraunen Körper, der
s abgeschieden ist, theils eingehüllt ist in einem fet-
und talgähnlichen klebrigen Theil. Die Lösungen in
sser geben nach dem Eintrocknen ein saures Harz,
hes nach jeder Eintrocknung weniger wird und här-
Das in Wasser Ungelöste löst sich nun weit trä-
als zuvor in Alkohol. Die Lösung röthet Lackmus-
er nicht. Es löst sich träge in kohlensaurem Natron
Wasser. Diese Verbindung ist löslich in Alkohol,
nach dem Eintrocknen löst es sich sehr unvollstän-
in kaltem Wasser; beim Kochen löst sie sich aber
iner braunen trüben Flüssigkeit, die nicht klar wird.
: man diese Flüssigkeit mit Salzsäure, so scheidet sich
Aufgelöste in Form eines graubraunen flockigen Stof-
ıb, welcher, mit Wasser gewaschen, sich in geringer
ge darin löst und das Waschwasser gelb färbt. Nach-
dieses das Lackmuspapier nicht mehr röthet, hat den-
. der Niederschlag, dessen alkoholischer Lösung frü-
dieses Vermögen fehlte, jetzt diese Eigenschaft er-
n. Er ist nach dem Trocknen braun und pulverför-
Er schmilzt bei erhöhter Temperatur zu einem
arzen, pechähnlichen Stoff, und löst sich träge in
m Alkohol, welcher einen harzigen Stoff auszieht
einen pulverförmigen zurückläfst, der sich mit brau-
Farbe in siedendem Alkohol löst und zum Theil beim
lten wieder daraus niederfällt. Die alkoholische Lö-
röthet das Lackmuspapier. Die Säure, welche sich
diesem Stoff entwickelt, ist keinesweges mit ihm verei-
Salzsäure, denn wenn man ihn mit Natron verbindet
verbrennt, erhält man keine Spur von Chlornatrium.

Das Sieden des Brenzharzes mit neuem Wasser, hinlänglich wiederholt, verwandelt dasselbe endlich in eine nicht mehr harzähnliche, pulverförmige, schwarzbraune Masse, die das Lackmuspapier nicht mehr röthet. Dieser pulverförmige Rückstand kann noch Brenzharz enthalten, welches vom Alkohol daraus gezogen wird. Kohlensaures Alkali löst etwas mehr als der Alkohol. Kaustisches Alkali löst das meiste von dem Rückstand mit schwarzer Farbe auf. Das darin Gelöste verhält sich nach der Fällung mit Säure wie Humus, auf die Weise, welche ich weiterhin anführen werde. Das vom Alkohol nicht Gelöste ist eine Verbindung von Kalk mit demselben Stoffe.

Essigsäure löst den Rückstand nach dem Kochen mit schwarzer Farbe, und Wasser fällt ihn so, daſs die Flüssigkeit farblos wird. Das Gefällte ist pulverförmig und röthet Lackmus nicht.

Die im Wasser aufgelösten Theile des Brenzharzes sind eigentlich das mit Essigsäure verbundene, noch unveränderte Harz, welches durch abermalige Behandlung mit Wasser auf völlig gleiche Weise zersetzt wird.

Behandelt man das Brenzharz, nach Abdestillation des Oels, mit *Alkohol*, so wird es von demselben ganz leicht gelöst. Die Lösung ist schwarz und läſst nach dem Filtriren ein dunkelbraunes Pulver ungelöst. Dieser ungelöste Stoff wird nach dem Waschen und Trocknen graubraun. Er ist zart und sanft anzufühlen, unlöslich im Wasser, Aether und Ammoniak, und löst sich nicht einmal beim Kochen im kohlensauren Alkali. Er vermag nicht das Lackmuspapier zu röthen. Er schmilzt nicht, giebt aber bei trockner Destillation ein braunes zähes Brenzharz, und hinterläſst eine zusammengebackne Kohle, welche die besondere Eigenschaft besitzt, daſs sie, mit einer Zange gefaſst und an einem Punkt angezündet, mit Lebhaftigkeit wie Zunder verglimmt und zuletzt äuſserst wenig Asche zurückläſst. Legt man diese

e in eine Auflösung vom salpetersauren Silberoxyd,
vird sie darin ohne Gasentwicklung gelöst und das
r reducirt, wobei es die Kohle ringsum bedeckt, und
Veränderung geschieht sehr schnell. Dieser braune
löst sich sehr leicht und mit schwarzer Farbe im
ischen Kali. Die Lösung wird von Säuren gefällt,
dieser Niederschlag ist sehr voluminös und braun,
röthet er, selbst nach vollständiger Auswaschung, das
muspapier. Nach dem Trocknen bildet er schwarze
glänzende Körner, giebt bei der Destillation Was-
nd ein weiches Brenzharz, schmilzt nicht, und seine
e hat ebenfalls, obschon nicht ganz in gleichem Grade,
igenschaft, dafs sie, nach Anzündung an einem Punkte,
immt, und dafs sie das in Wasser gelöste salpeter-
Silberoxyd reducirt. Dieselbe Eigenschaft hat auch
Kohle, welche man erhält, wenn eine Verbindung
stoffes mit dem Alkali vollständig verkohlt, und dar-
las Alkali mit Wasser und ein wenig Salpetersäure
waschen wird. Die Kohle überzieht sich fast augen-
lich mit Silberschüppchen. Der aus dem Kali ge-
Stoff löst sich, im trocknen Zustand, wenig oder
nicht in siedendem Wasser. Im feuchten Zustande
er sich aber darin etwas durch langes Kochen; die
ng ist gelbbraun, und sowohl das Eingekochte wie
Ungelöste röthet Lackmuspapier. Er löst sich in Am-
ak und in kohlensaurem Alkali auf; die Lösung ist
arz und giebt, nach Verdunstung zur Trockne, eine
arze Masse, welche zerspringt und sich vom Glase
t, dabei glänzende gleichsam krystallinische Theil-
bildend. Die Ammoniakverbindung wird durch Ver-
en unlöslich in Wasser. Offenbar ist dieser Stoff
die Behandlung mit kaustischem Kali in einen elek-
gativeren Körper, als er zuvor gewesen, verwandelt
en, der in seinen Eigenschaften die gröfste Aehnlich-
nit dem Stoffe hat, welcher aus einer Auflösung von
ts in Alkali gefällt wird. Seine Eigenschaft, das

Lackmuspapier zu röthen, rührt nicht von einer Ve
dung mit der zur Fällung angewandten Säure her.

Die Lösung des Brenzharzes in Alkohol reagirt st
auf Säure. Diese Säure kann durch Kochen mit fein z
theiltem kohlensauren Kalk nicht fortgenommen werd
Es bildet sich ein in Alkohol unlöslicher Harzkalk, o
dafs die Reaction des Unaufgelösten aufhört. Diefs sch
zu beweisen, dafs Säure und Harz sich in der unlöslich
Verbindung innig begleiten, deren Basis sonst erst d
Säure in dem Aufgelösten sättigen müfste. Wird die L
sung des Brenzharzes mit Wasser gemischt, und der A
kohol abdestillirt, so erhält man ein pechähnliches Bre
harz auf dem Boden der Flüssigkeit, und das Wa
enthält eine Portion Harz aufgelöst, wodurch es gelb i

Wird dieses Harz in *Aether* aufgelöst, so bleibt
dunkelbraunes Pulver ungelöst, wovon ein Theil ei
kohlensaurem Alkali lösliches Brenzharz ist, ein and
Theil sich aber nur im kaustischen Alkali auflöst; d
läfst endlich einen in beiden unlöslichen schwarzen R
stand zurück, welcher auch nicht vom Alkohol g
wird. Dunstet man die ätherische Lösung mit Wa
in einem Destillationsgefäfse ab, so erhält man, nach V
flüchtigung des sämmtlichen Aethers, zwei schwarze Ha
wovon das eine auf der Oberfläche des Wassers schwi
und das andere, äufserlich von gleicher Beschaffenheit,
Boden sinkt. Beide sind weich, aber das schwerere
meisten. Das leichtere Harz läfst sich zwischen den F
gern kneten, aber sinkt auch zusammen, wenn es zu
ner Kugel gerollt wird; das schwerere ist in der W
der Hand flüssig.

Wenn das in Alkohol gelöste und durch Desti
tion mit Wasser vom Alkohol befreite Harz mit *koh*
saurem Natron behandelt wird, so löst es sich darin
die Flüssigkeit wird schwarz und trübe, und wenn
sie erhitzt, wird die Lösung vollständig. Beim Erka
gelatinirt sie, wenn sie Alkali im Ueberschufs enth

Zerrührt man die Gallerte und bringt sie auf ein Filtrum, so geht eine schwarze Flüssigkeit durch, und das Gelatinirte bleibt auf dem Papier, wo es mit einer schwachen Lauge von kohlensaurem Natron gewaschen werden kann, die endlich fast farblos durchgeht. Der Rückstand ist dunkelgrau und wird nach dem Trocknen graubraun. Er ist sehr träge löslich in kaltem Wasser und in kaltem Weingeist, doch löst der Weingeist mehr als das Wasser. In siedendem Wasser dagegen löst er sich mit schwarzbrauner Farbe, und giebt nach Verdunstung zur Trockne einen braunen Firnifs, welcher von kaltem Wasser erweicht wird, ohne gelöst zu werden. Die Lösung in siedendem Wasser, mit kohlensaurem Natron gemischt, gesteht beim Erkalten zu einer grauen Gallerte, ganz der vom isländischen Moose gleich. Vermischt man die Auflösung mit Salmiak, so wird sie gefällt, und wenn man die Mischung erhitzt, so ballt sich das Ammoniakharz zu Klumpen zusammen. Sie wird auch von Erdsalzen gefällt. Wird die Auflösung mit einer Säure gefällt, so erhält man einen graubraunen Stoff, welcher, gewaschen, noch auf freie Säure reagirt, obgleich er nichts von der zur Fällung angewandten Säure enthält, welcher sich ohne Rückstand in Alkohol löst, und nach freiwilliger Verdunstung des Alkohols eine theils harzige, theils pulverförmige Masse zurückläfst. Er löst sich zum Theil im kaustischen Ammoniak, und was dieses ungelöst läfst, löst sich nicht mehr beim Kochen im kohlensauren Natron, aber wohl im kaustischen, und verhält sich wie Humus. Wir werden weiterhin auf die wahrscheinliche Ursache dieser Veränderungen zurückkommen. Wenn der mit Säure erhaltene Niederschlag mit concentrirter Essigsäure befeuchtet wird, so wird er von ihr erweicht und in einen pechähnlichen Stoff verwandelt, der geknetet werden kann und sich nicht mit Wasser mischt, aus welchem aber bei gewöhnlicher Temperatur der Luft die Säure verdunstet und ihn pulverförmig zurückläfst.

Derjenige Theil der Harzlösung in kohlensaurem Natron, welcher nicht von einem Ueberschufs von Alkali gefällt wird, theilt sich, zur Trockne verdunstet, durch siedenden Alkohol in einen darin löslichen und in einen unlöslichen Theil.

Der aufgelöste Theil giebt nach Verdunsten zur Trockne eine schwarze, nicht im mindesten salzartige Masse, welche den gröfsten Theil des Brenzharzes enthält. Er wird mit Leichtigkeit wiederum in Wasser gelöst, und Säuren fällen daraus einen schwarzen, nicht zusammenbackenden Stoff, welcher, gewaschen, auf freie Säure reagirt, obgleich er nichts von der fällenden Säure enthält, weil, wenn er mit Salz oder Schwefelsäure gefällt, darauf im kohlensauren Natron aufgelöst, eingetrocknet und entweder für sich oder mit ein wenig Salpeter verbrannt wird, sich in dem Rückstand keine Spur von Schwefelsäure oder Salzsäure findet. Er ist nach dem Trocknen pulverförmig, nimmt zwischen den Fingern etwas Zusammenhang an, und bildet, mit Essigsäure befeuchtet, wiederum einen pechähnlichen Stoff, von dem aber die Säure verdunstet, mit Zurücklassung eines pulverförmigen Stoffs. Dieser ist löslich in Alkohol. Bei Wiederauflösung in Alkali wird dieselbe Verbindung wie zuvor wieder hergestellt; wird er aber sehr lange gewaschen oder zu mehreren Malen mit Wasser gekocht, so verliert er endlich seine Reaction auf Lackmuspapier, und man erhält eine gelbe Auflösung, welche nach Verdunstung eine braungelbe, extractähnliche, in Wasser träglösliche Masse zurückläfst, die auf freie Säure reagirt. Das in siedendem Wasser Unlösliche ist nun träglöslich in Alkohol, schmilzt unvollständig und läfst eine Kohle zurück, welche angezündet wie Zunder verglimmt, und sich nach der Wiederauflösung in Alkali ganz wie Humus verhält. Die genau gesättigte Verbindung dieses Brenzharzes mit Natron wird reichlich von Salzen der Erden gefällt, welche das Brenzharz aufnehmen und sich damit niederschlagen, wäh-

sie die Säure an das Alkali des Brenzharzes ab-
n.

Die saure Flüssigkeit, aus welcher sich dieser Stoff
lt hat, ist nicht farblos, sondern gelbbraun, und wenn
: mit dem säuerlichen Waschwasser bei gelinder Wärme
zur Trockne verdunstet wird, so setzt sich ein sehr
hes Brenzharz ab, welches bei gewöhnlicher Tempe-
' der Luft nicht erhärtet. Durch Fällung aus der
›indung mit Alkali, durch Waschen und Kochen,
also das Brenzharz auf eine ähnliche Weise zer-
wie zuvor die Verbindung mit Alkali, aber weit
tändiger.

Der Theil der Verbindung des Brenzharzes mit Na-
welche nicht vom Alkohol gelöst wird, hat verschie-
Eigenschaften, welche einen dem Brenzharz bei-
:ngten Körper anzudeuten scheinen, der vielleicht
: durch die Einwirkung des Alkali's auf das Harz
orgebracht ist. Er macht einen geringen Theil des-
:n aus. Die Lösung ist braungelb und giebt einen
.elbraunen Niederschlag mit Säuren; die filtrirte, saure
sigkeit ist sehr braun, und giebt beim Verdunsten
ı braunen pulverförmigen Niederschlag von gleicher
r mit dem auf dem Filtrum gebliebenen. Dieser löst
bedeutend beim Auswaschen, und das Gelöste trübt
zuvor durchgegangene Flüssigkeit. Kocht man den
erschlag nach dem Waschen, so löst sich sehr viel
ihm auf, und er giebt eine braungelbe Auflösung, wel-
stark auf freie Säure reagirt und diese Eigenschaft
nach dem Eintrocknen behält. Die trockne Masse
raun, läfst sich leicht zu Pulver zerreiben, schmeckt
r, löst sich schwer in kaltem Wasser, aber leicht
oncentrirter Essigsäure, mit der sie keinen pechähn-
n Stoff giebt, und aus welcher sie zum Theil durch
ser gefällt wird. Er wird vom kaustischen Ammo-
gelöst, und nach dem Eintrocknen zieht Wasser
ıs eine gelbe Verbindung, welche auf freie Säure

reagirt. Der Theil von dem auf dem Filtrum Gebliebenen, welcher nicht beim Kochen gelöst wird, ist harzähnlich und zusammengebacken, und reagirt nur schwach auf Säure.

Wenn das durch Lösung in Alkohol gereinigte Brenzharz mit kaustischem Ammoniak behandelt wird, so löst es sich nur partiell und das Ammoniak läfst einen braunen pulverförmigen Stoff ungelöst zurück. Wenn die ammoniakalische Lösung, welche den kleinsten Theil der Masse des Brenzharzes enthält, bei +60° C. zur Trockne verdunstet wird, so bleibt eine braune, durchscheinende Masse zurück, aus welcher Wasser, mit Zurücklassung eines braunen Pulvers, eine neutrale braungelbe Verbindung auszieht, die den Körper zu enthalten scheint, welcher im Natronsalz vom Alkohol ungelöst bleibt.

Das im Ammoniak Ungelöste wird meist vom kohlensauren Natron aufgenommen, aber mit Zurücklassung eines dem Humus ähnlichen Rückstandes. Die Lösung gelatinirt beim Erkalten. Wenn ferner das im Ammoniak Ungelöste eingetrocknet und mit Alkohol behandelt wird, so bleibt dieser Humus ungelöst, und nach Vermischung mit Wasser und Abdestillation des Alkohols bleibt in der Flüssigkeit suspendirt eine braune Masse, welche beim Kochen nicht zusammenschmilzt, und nicht vom kohlensauren Natron gelöst wird, sich aber im kaustischen Kali löst, und folglich wieder auf den humusähnlichen Stoff zurückgeführt ist.

Aus diesem Verhalten folgt, dafs das saure Brenzharz auf verschiedene Weise von den Reagenzien angegriffen wird, dafs aber deren Einflufs zuletzt darauf hinausläuft, aus dem Harze eine gröfsere oder geringere Menge eines dem Humus ähnlichen Stoffs abzuscheiden, welcher sich nicht im kohlensauren, wohl aber im kaustischen Kali und Natron löst, und, aus dieser Auflösung durch Säure gefällt, die Eigenschaft hat, dafs er Lackmuspapier röthet, und von kohlensaurem Alkali und Am-

moniak gelöst wird, auch, dafs er nach der trocknen Destillation, sowohl mit als ohne Alkali, eine Kohle zurückläfst, welche, angezündet, wie Zunder verglimmt, und in einer, selbst schwachen, Auflösung von Silber, ohne sichtbare Gasentwicklung und ohne Mitwirkung des Lichts, das Silber zu reduciren vermag *). Die einzige Verschiedenheit von dem Humus, welche ich bei diesem Stoffe gefunden habe, besteht darin, dafs seine Verbindung mit Ammoniak durch Verdunsten so viel von dem Alkali verliert, dafs sie sich nicht mehr in Wasser löst, was nicht mit dem Humus-Ammoniak geschieht. Durch Wasser, womit dieses Harz gekocht wird, entstehen in Wasser lösliche, weichere, saurere Harze und dieser Stoff. Alkohol läfst denselben Stoff zurück und nimmt ein pechähnliches Brenzharz auf. Löst man das letztere in Aether, so bleibt eine neue Quantität desselben Stoffes zurück, verbunden mit einer Portion Brenzharz, welche durch kohlensaures Alkali von demselben abgeschieden wird, und der Aether löst zwei Brenzharze auf, von welchen das eine leichter ist als Wasser, und das andere darin untersinkt.

Kohlensaures Natron zerlegt das in Alkohol lösliche Brenzharz in drei andere. Eins von ihnen gelatinirt, in Verbindung mit Alkali, beim Erkalten der siedendheifsen alkalischen Lösung; das zweite ist in Verbindung mit dem Natron in Alkohol löslich, und das dritte, in derselben Verbindung, in Alkohol unlöslich. Alle drei, nachdem sie mit Säuren gefällt und mit Wasser gewaschen sind, röthen Lackmuspapier, und diese Eigenschaft rührt nicht von einer Verbindung mit der fällenden Säure her. Durch Kochen mit Wasser erleiden sie eine ähnliche Veränderung wie das mit Alkali nicht behandelte Brenzharz. Am-

*) Die Kohle mehrerer Pflanzenstoffe besitzt diese Eigenschaft, wenn sie lange in der Silberlösung liegen bleibt, oder wenn sie vom Lichte getroffen wird. Diese Kohle dagegen versilbert sich fast augenblicklich, selbst bei Kerzenlicht.

moniak löst das Brenzharz unvollkommen auf, und bringt eine der Einwirkung des Wassers analoge Zersetzung hervor, aber schnell und kräftiger, während es sich mit gewissen Bestandtheilen des Brenzharzes vereinigt, welche es beim Verdunsten gröfstentheils wieder verläfst.

Ob diese Zersetzungen darauf beruhen, dafs das saure Brenzharz eine Verbindung ist von Essigsäure mit einem Körper, der kein Harz ist (Humus?), und dafs die Reagenzien unter gewissen Umständen mehr von der ersten als von dem letzten aufnehmen, will ich unausgemacht lassen. So viel ist jedoch gewifs, dafs künstliche Verbindungen von Essigsäure mit den Producten der Zersetzung des Brenzharzes dem Brenharze gleichen, dafs sie aber durch Verdunstung der Essigsäure in gewöhnlicher Temperatur wieder zersetzt werden, eben so wie z. B. sich aus Fett und Buttersäure künstliche Butter zusammensetzen läfst, welche aber durch Verdunstung der Säure wieder in Fett zurückgeht.

2) Nichtsaure Brenzharze.

a) Brenzharz aus der Zersetzung des vorhergehenden. Wenn das saure Brenzharz, welches ich so eben beschrieben habe, für sich einer Umdestillation unterworfen wird, so geht zuerst unter starkem Aufschwellen, welches eine vorsichtige Erhitzung nöthig macht, damit die Masse nicht übersteige, ein saures Wasser über. Nachdem diefs aufgehört hat, ist die Masse geschmolzen, nnd bald fängt sie an zu kochen, wobei sich wenig oder gar keine Wasserdämpfe bilden, sondern ein strohgelbes Brenzöl überdestillirt, welches allmälig braun und trägflüssig wird, bis zuletzt in der Retorte eine poröse, glänzende Kohle zurückbleibt. Wenn die überdestillirte braune Flüssigkeit mit Wasser umdestillirt wird, so erhält man das Brenzöl abgeschieden. Dieses ist gelb, wird an der Luft allmälig dunkler und riecht dem Wachsöl nicht unähnlich. Mit Ammoniak giebt es eine blutrothe Emulsion,

deren emulsive Theile oben auf schwimmen, wenn das Oel frei ist von Harz, die aber untersinken, wenn es Harz enthält. Durch schwefelsaures Eisenoxyd wird es augenblicklich in einen schwarzen, pechähnlichen Stoff verwandelt. Es ist folglich nicht dasselbe Oel, welches man unmittelbar aus dem Holze erhält.

Das Brenzharz ist weich und zähe. Ein Theil davon löst sich in kaustischem Alkali, und wird aus dieser Auflösung durch Säuren gefällt, in Form von Flokken, welche bald zusammenbacken, bei der Wärme der Hand erweichen, nicht als Säure reagiren, und von Alkohol in zwei Stoffe zerlegt werden, wovon der eine gelöst wird und der andere ungelöst zurückbleibt. Dieser letztere löst sich in Aether mit schwarzer Farbe auf. Auch die noch mit einander gemischten Harze lösen sich in Aether, in Terpentinöl und unvollständig in Olivenöl.

Der in Alkohol unlösliche Theil ist schwarz, zähe, klebt an den Fingern, ist schwerer als Wasser, löst sich sehr unbedeutend in kaltem Alkohol, etwas mehr in siedendem, aber die Lösung wird beim Erkalten trübe. Dagegen löst er sich vollständig und leicht in Aether, in Terpentinöl, in Brenzölen und in Olivenöl. Er löst sich nicht oder höchst unbedeutend in concentrirter Essigsäure.

b) Brenzharz vom Bitumen des Bernsteins. Nachdem das Brenzöl so weit abdestillirt worden ist, daſs das Harz keinen Geruch mehr besitzt, bleibt ein gelbbraunes, durchsichtiges, bei gewöhnlicher Temperatur der Luft halbflüssiges, geschmack- und geruchloses, klebriges Harz zurück, welches im Wasser untersinkt. Dieſs löst sich träge in kaltem Alkohol, etwas mehr in siedendem, aber auch darin nur unbedeutend. Das, was nach Verdunstung des Alkohols übrig bleibt, ist dem Ungelösten völlig ähnlich, nur etwas heller gefärbt. Kaustisches Kali löst wenig davon auf. Die Flüssigkeit wird nichtgefärbt, aber Säuren scheiden daraus eine geringe Menge eines weiſsen zusammengebackenen Niederschlags ab. Der

Rückstand hat unveränderte Eigenschaften. Er löst sich vollständig in Aether, in Terpentinöl, in Brenzölen und in fetten Oelen, aber er ist fast unlöslich in concentrirter Essigsäure.

II. Die wäſsrige Flüssigkeit.

Diese kommt zu Anfange der Operation in einem gröſseren Verhältnisse als späterhin, und hört beim letzten Drittel gänzlich auf. Sie würde weit früher aufhören zu erscheinen, wenn bei einer solchen Destillation alle Theile gleich rasch erhitzt werden könnten. Das Wasser, welches zuerst kommt, ist ungefärbt und gröſstentheils nur eine Folge der stärkeren Austrocknung, dann fängt es an sich zu färben, im Verhältnisse zu der Farbe des gleichzeitig gebildeten brenzlichen Oels, und endlich wird es braun. Wenn man zufällige Einmengungen von flüchtigen, nicht zerlegten, sondern bloſs überdestillirten Stoffen abrechnet, so sind in der Flüssigkeit enthalten: Wasser, Essigsäure, oft in bedeutender Menge, selten essigsaures Ammoniak; und dieses nur wenn stickstoffhaltige Stoffe eingemengt gewesen, seltner andere brenzliche Säuren, ferner Brenzöl und Brenzharz von der Modification, welche ich saucres genannt habe, ferner ein eigenthümlicher stickstoffhaltiger, extractähnlicher Stoff, von welchem diese Flüssigkeit eine gelbe oder braune Farbe und einen äuſserst stinkenden Geruch hat, endlich, wenn die Flüssigkeit aus Holz destillirt worden ist, eine eigenthümliche flüchtige Flüssigkeit, welche einigermaſsen dem Alkohol ähnlich ist, und *Holzgeist* (*Spiritus pyrolignicus*) genannt wird. Destillirt man die saure braune Flüssigkeit, so geht dieser Holzgeist zuerst über, dann kommen Essigsäure und Wasser mit farblosem brenzlichen Oele, und in der Retorte oder Destillirblase bleibt endlich ein schwarzbrauner extractähnlicher Stoff.

Die *undestillirte saure Flüssigkeit* enthält, nachdem

der Holzgeist zu Anfange der Destillation besonders aufgefangen worden ist, Essigsäure, eine geringe Menge saures Brenzharz, sehr viel Brenzöl und gewöhnlich zugleich eine geringe Portion Ammoniak. Sie hat einen starken und unangenehmen Geruch nach Brenzöl und destillirtem Essig, und schmeckt zugleich höchst widrig, sauer und räucherig. Mischt man sie mit Lösungen von oxydirenden Stoffen, z. B. von schwefelsaurem Eisenoxyd, chlorichtsaurem Kalk u. s. w., so wird sie geschwärzt. Durch das Eisensalz erhält sie zuerst eine Purpurfarbe, dann wird sie schwarz, und läfst man sie nun eine Weile stehen, so setzt sich ein schwarzer, pechähnlicher Stoff ab, worauf die Flüssigkeit dunkelgrün wird und klar, aber nur gegen helles Tagelicht gehalten durchsichtig. Mit Platinchlorid giebt sie nicht die Reductionserscheinungen, welche die Lampensäure auszeichnen. Sättigt man sie genau mit Alkali, so wird sie dunkelbraun, und verdunstet man diese Lösung, so scheidet sich daraus allmälig ein schwarzes Pech ab. Diese Erscheinungen rühren davon her, dafs die Flüssigkeit eine wirklich chemische Verbindung von Essigsäure mit Brenzöl ist, und dafs das aufgelöste Oel sich durch Oxydation in ein schwarzes, pechähnliches Harz verwandelt, welches nicht in demselben Grade, wie das Oel, in der Flüssigkeit löslich ist, und deshalb niederfällt. Sättigt man die Säure mit einer Basis, so geht das Brenzöl mit in die Verbindung ein, von der es aber jedoch mit einer weit schwächeren Kraft zurückgehalten wird, so dafs ein Theil davon beim Verdampfen durch den Zutritt der Luft verharzt und darauf abgeschieden wird, während ein anderer Theil mit dem essigsauren Salze in Verbindung bleibt.

Die nicht destillirte saure Flüssigkeit ist eine Auflösung in Wasser nicht nur von den Verbindungen der Essigsäure mit Brenzöl und mit Brenzharzen, sondern auch von einer ganz bedeutenden Menge eines extractähnlichen Stoffes. Wenn diese Flüssigkeit verdunstet wird, so läfst

sie, nach Verflüchtigung der Säure und des flüchtigen Oels, eine concentrirte braune Auflösung zurück, aus welcher beim Erkalten sich ein schwarzer, weicher, saurer, pechähnlicher Stoff absetzt, der vom Wasser zerlegt wird, in ein saures Brenzharz, das unlöslich bleibt, und in eine Lösung desselben in Essigsäure, welche den Geruch, den Geschmack, die Farbe und die Zusammensetzung der nicht destillirten Säure besitzt, aber nicht den extractähnlichen Stoff derselben enthält.

Wenn die Flüssigkeit, aus welcher dieser pechähnliche Stoff sich abgesetzt hat, weiter verdunstet wird, so bildet sie ein braunes Extract, welches sich in warmen Wasser in geringer Menge löst, und welches durch Verdünnung mit vielem Wasser zersetzt wird, indem dasselbe eine bedeutende Menge saures Brenzharz niederschlägt.

Wenn der extractähnliche Rückstand der verdunsteten sauren Flüssigkeit in einem Destillationsgefäfse erhitzt wird, so geht viele nach Brenzöl riechende Essigsäure über, und es bleibt ein Gemisch von unlöslichem Brenzharz und löslichem Extract zurück. Wenn man denselben extractähnlichen Rückstand mit Aether behandelt, so zieht derselbe ein saures Brenzharz aus, wodurch er sich gelb färbt. Nach Verdunstung des Aethers bei gelinder Wärme, bleibt ein klares, gelbes, durchsichtiges Brenzharz von einem scharfen und bitteren Geschmack zurück. Es enthält so viel Essigsäure, dafs ein bedeutender Theil davon in Wasser mit gelber Farbe gelöst wird. Diese Auflösung fällt Bleizucker hellgelb, ohne dafs die Lösung ihre Farbe ganz verliert. Durch schwefelsaures Eisenoxyd wird sie augenblicklich dunkler, ein Umstand, welcher auf Beimengung von ein wenig Extract deutet.

Wenn der mit Aether behandelte extractähnliche Rückstand in Wasser gelöst (oder wenn man dazu selbst die ursprüngliche saure Flüssigkeit anwendet) und mit *einer* Lösung von essigsaurem Bleioxyd gemischt wird, so er-

erhält man einen flockigen, braungelben Niederschlag. Dieser Niederschlag besteht aus Bleioxyd, verbunden mit saurem Brenzharz. Gewaschen und alsdann durch Schwefelwasserstoffgas zerlegt, löst sich im Wasser eine gelbe Verbindung von vieler Essigsäure und wenig Brenzharz, welche sich beim Abdampfen in öligen Tropfen abscheidet, bei +100° eingetrocknet, ein durch den Fortgang der Säure in Wasser meist unlösliches Harz zurückläfst, und nach völliger Eintrocknung hart ist, bei gewöhnlicher Temperatur der Luft. Mit Wasser übergossen, bildet sich eine gelbe Lösung von Harz in Essigsäure, und ein bei gewöhnlicher Temperatur der Luft weiches und klebriges Brenzharz, dessen Weichheit folglich auf einer Verbindung mit Wasser beruht. Das Schwefelblei giebt an Alkohol eine Portion Brenzharz ab, entsprechend der Menge, welche nach der Auflösung des Brenzharzes in Alkali von Säuren ausgefällt wird, wogegen das, was mit der Säure durch's Filtrum geht, dem im Wasser Aufgelösten entspricht, welches bei Behandlung mit Schwefelwasserstoff nur reiner erhalten wird. Dieses Harz löst sich im kohlensauren Alkali, aber die Lösung gelatinirt nicht beim Erkalten.

Die saure Flüssigkeit, welche mit Bleizucker gefällt worden ist, kann auf diese Weise nicht ganz ausgefällt werden, weil die freiwerdende Säure endlich allen Niederschlag hindert. Wenn man die Flüssigkeit nach der Filtration abdunstet, so bildet sich, durch Verflüchtigung der Säure, ein Niederschlag, welcher an der Luft dunkel wird, und zuletzt bleibt, wenn man die Flüssigkeit im Wasserbade eintrocknet und dann wieder in Wasser löst, eine neue Portion von der Verbindung der Brenzharze mit Bleioxyd ungelöst, welche daneben eine geringe Menge von dem in der Flüssigkeit aufgelösten Stoff enthält, in chemischer Verbindung mit Bleioxyd, dessen Säure beim Verdunsten ausgetrieben worden ist. Wenn man darauf das im Wasser befindliche und in Ueberschufs hinzuge-

setzte Bleisalz durch Schwefelwasserstoffgas zerlegt und die Flüssigkeit filtrirt, abdunstet und so lange in einer Temperatur von +100° erhält, als sie noch nach Essigsäure riecht, so bleibt ein klares, gelbbraunes Extract zurück, welches in der Wärme etwas weich ist, in der Kälte aber bröcklich und hart, welches ein wenig bitter schmeckt, dem Fleischextract nicht unähnlich riecht, und sich in Wasser mit Hinterlassung eines braunen, dem Extractabsatz ähnlichen Stoffes auflöst. Alkohol löst denselben, aber mit Zurücklassung eines braunen, flockigen Extractivstoffs, welchen ich weiterhin beschreiben werde. Er reagirt auf freie Säure, wird vom Gerbestoff getrübt, und coagulirt, nachdem er zuvor genau mit Ammoniak gesättigt ist, durch Galläpfelinfusum zu einem Magma. Er wird auch von Bleiessig gefällt, welcher die Flüssigkeit nur schwach gelblich gefärbt zurückläſst.

Wenn die Flüssigkeit vor der Fällung mit Bleizucker genau mit Ammoniak gesättigt wird, so fällt der Bleizucker das Brenzharz gemeinschaftlich mit dem Theil des Extractes, welcher in Alkohol unlöslich ist, und man erhält, nach Behandlung der Flüssigkeit mit Schwefelwasserstoffgas und nach Verdunstung, ein in Wasser und Alkohol vollkommen lösliches Extract, das ganz wie Fleischextrakt schmeckt, ohne alle Bitterkeit, die beim vorhergehenden von unabgeschiedenem Brenzharz herrührt. Es ist auch dasselbe Extract, welches man erhält, wenn die alkoholische Lösung des vorhergehenden abgedunstet wird, aber dieses schmeckt von anhängendem Brenzharze noch ein wenig bitter.

Dieser extractähnliche Stoff, welchen ich *Brenzextract* nennen will, zeigt folgendes Verhalten.

a) *Das in Alkohol lösliche Brenzextract* ist nach dem Verdunsten dick, weich, braun und durchsichtig, und wird, wenn man es in der Wärme stehen läſst, endlich hart, so daſs man es zu Pulver zerreiben kann, wobei es völlig der *Aloë hepatica* gleicht. Es reagirt sauer, schmeckt ein wenig bitter und hat keinen Geruch. Bei

Wiederauflösung in Wasser hinterläfst es einen Absatz, und zwar wiederholt nach jedesmaliger Eintrocknung, wie es bei gewöhnlichem Extract der Fall ist. Bei der Destillation giebt es Brenzöl, Brenzharz und eine saure Flüssigkeit, die schwache Spuren von Ammoniak enthält; wenn man es aber vor der Abdunstung mit Kalkhydrat vermischt, damit scharf eintrocknet und nun destillirt, so giebt es eine ammoniakalische, schwachgefärbte Flüssigkeit und ein brenzliches Oel, wie das von einem thierischen Stoff. Dieser Stoff enthält folglich Stickstoff in seiner Zusammensetzung, aber, wenn er für sich destillirt wird, geht eine andere Verbindung über, als wenn Kalkerde zugegen ist. Von Salpetersäure wird er zersetzt, ohne dafs sich Bitterstoff bildet. Die Auflösung desselben in Wasser ist gelbbraun. Sie wird von Bleiessig und Zinnchlorür gefällt, von schwefelsaurem Eisenoxyd aber, ohne dafs sich etwas fällt, nur schwarzgrün gefärbt, von Galläpfelinfusum schwach getrübt, von Cyaneisenkalium aber nicht gefällt. Sättigt man die freie Essigsäure mit Ammoniak, und verdunstet das überschüssige Ammoniak durch Eintrocknen, so wird die Auflösung durch Quecksilberchlorid und durch salpetersaures Quecksilberoxydul gefällt, aber der Niederschlag bildet sich erst nach einigen Augenblicken und setzt sich langsam mit brauner Farbe ab. Durch Galläpfelinfusum wird sie mit weifsgrauer Farbe gefällt, so dafs, wenn die Flüssigkeit nicht sehr verdünnt war, die Masse coagulirt. Der Niederschlag ist am reichlichsten, wenn auch in dem Galläpfelinfusum die freie Säure zuvor gesättigt worden ist; von einem unbedeutenden Ueberschufs an freier Säure wird er gelöst.

b) *Das im Alkohol unlösliche Brenzextract* findet sich gegen das vorhergehende nur in sehr geringer Menge. Mit Alkohol ausgewaschen, bildet es ein braunes Pulver. Es hat wenig oder gar keinen Geschmack. Seine Lösung trocknet zu einer gelben, durchsichtigen, etwas gesprun-

genen Masse ein, welche einen Absatz giebt, wenn sie wieder in Wasser gelöst wird. Es giebt bei der Destillation ohne Kalkhydrat eine saure Flüssigkeit, und, nach vorhergegangener Eintrocknung mit Kalkhydrat, eine ammoniakalische Flüssigkeit. Die Auflösungen desselben geben im Uebrigen dieselben Reactionen mit den angeführten Reagenzien, werden aber weniger dunkel gefärbt durch schwefelsaures Eisenoxyd. Es ist folglich nichts anders als eine Modification von dem in Alkohol löslichen.

Das Brenzextract macht den gröfsten Theil des Rückstandes von der Verdampfung der sauren brenzlichen Flüssigkeit aus, und ist wahrscheinlich gemischt mit mehreren Stoffen, welche wir noch nicht abzuscheiden vermögen.

Wenn man die brenzliche saure Flüssigkeit, ohne sie zu destilliren, mit Alkali sättigt, so erhält man eine braune Flüssigkeit, welche nichts absetzt, und welche nach Verdunstung einen schwarzen, in Wasser vollkommen löslichen Rückstand hinterläfst. Durch Kochen mit Kalkhydrat kann man daraus Brenzharz abscheiden, vielleicht mit dem humusähnlichen Stoff gemengt, welcher eine so grofse Verwandtschaft zur Kalkerde hat, dafs, wenn die Kali-Verbindung desselben mit Kalkerdehydrat gekocht wird, eine fast farblose kaustische Lauge zurückbleibt und das Brenzharz nebst dem Humus in einer basischen Verbindung mit dem Kalk gefällt wird. Wenn aber Brenzextract zugegen ist, bleibt dieses in der Verbindung zurück und läfst sich aus derselben durch Kohlenpulver nicht abscheiden. Bleiessig schlägt es indefs nieder, so dafs die Flüssigkeit nur blafs gelb ist.

Wenn die schwarze Natronverbindung mit Chlorcalcium gemischt wird, so fällt Brenzharz-Kalk mit brauner Farbe nieder und die Flüssigkeit ist nur von dem Extract gefärbt; wenn man aber die brenzliche Säure mit Kalk sättigt und hiemit versucht die Natronverbindung zu

fällen, so erhält man nur einen geringen Niederschlag. Löst man Kochsalz in der Flüssigkeit auf, so wird Brenzharz-Kalk gefällt.

Wenn die brenzliche Säure mit Kalkhydrat gesättigt und in hinlänglichem Ueberschuſs mit demselben gekocht wird, so fällt Brenzharz-Kalk nieder, und die Flüssigkeit enthält essigsauren Kalk, Brenzextract und eine unbedeutende Menge Brenzharz. Die Lösung hinterläſst, nach der Verdunstung zur Trockne, eine gelbbraune, harte, nicht krystallisirende Masse. Oxydirende Stoffe tragen nichts zur leichteren Abscheidung des Brenzextractes bei. Ich halte es für wahrscheinlich, daſs die Kenntniſs seines Verhaltens bei der Reinigung der brenzlichen Flüssigkeit zu Essig eine Anwendung finden kann.

VII. *Mineralogisch-chemische Untersuchung einiger Varietäten des Diallags;*
von Friedrich Köhler in Cassel.

Die Mineralspecies, die Haüy in der letzten Ausgabe seines *Traité de minéralogie*, unter dem Namen *„Diallage“* zusammenfaſste, wurden von den neuern Mineralogen nach gründlicher Ausmittelung ihrer diagnostischen Eigenschaften getrennt, und als verschiedene Arten eines und desselben Geschlechtes aufgestellt. So zuverlässig auch die von Mohs gegebenen Bestimmungen seyn mögen, und so allgemein sie auch seitdem von den Mineralogen angenommen worden sind, so bleibt dennoch unsere Kenntniſs der genannten Mineralgattung mangelhaft, wenn nicht die Erforschung der Mischung die Prüfung der äuſsern Kennzeichen begleitet, und so die geschehene Trennung bestätigen hilft. Am fühlbarsten war wohl dieser Mangel bei der ersten der Mohsischen Specien des Schillerspathgeschlechtes, bei dem diatomen Schillerspath, wes-

halb ich mich auch entschlofs, seinen chemischen Bestand genauer, als bisher geschehen war, zu erforschen. Die zu diesem Ende angestellte Untersuchung *) lieferte das Resultat, dafs der eigentliche Schillerspath, sowohl hinsichtlich seiner äufsern Eigenschaften, als der Natur seiner Mischung nach, viel weiter von den übrigen Gliedern seiner Familie entfernt stehe, als diese unter einander, die durch enge Bande innerer und äufserer Verwandtschaft verknüpft sind.

Nachdem Haidinger dargethan hatte, dafs diejenigen grasgrünen Varietäten des Diallags, die Karsten mit dem Namen Smaragdit belegte, und Haüy zu seiner Diallage verte rechnete, keine besondere Mineralspecies, sondern nur regelmäfsige Zusammensetzungen von Augit und Hornblende seyen **): — da fiel auch die zweite Mohsische Species, der axotome Schillerspath, aus der Reihe der übrigen weg, und nur noch Bronzit, Hypersthen und Anthophyllit blieben mit dem eigentlichen Schillerspath die Glieder der Mohsischen Schillerspathfamilie.

Aber Haidinger hatte seine Untersnchungen nur mit den grasgrünen Varietäten des Diallags angestellt, sie indefs nicht über die grauen metallisirenden Abänderungen ausgedehnt, die so sehr häufig vorkommen, und ausschliefslich den charakterisirenden Bestandtheil des Gabbros mancher Gegenden ausmachen. Mehrere Eigenschaf-

*) S. diese Annalen 1827, 10. St. Bei der Angabe der einzelnen Bestandtheile, a. a. O. Seite 210., ist die Menge des Kali's und Natrons anzugeben vergessen worden, die 0,467 Proc. beträgt, und schon mit in der angeführten Summe enthalten ist. Bei der Analyse *a.*, die mit kohlensaurem Kali angestellt wurde, ist das Chrom vom Eisen nicht getrennt, sondern als Eisenoxydul mit in Rechnung gebracht worden (Seite 211.), was aber bei dem geringen Quantum Chromoxydul — zumal da das Eisenoxydul auch nur wenig Sauerstoff enthält — auf die aufgestellte Formel keinen ändernden Einflufs ausübt.

**) *Gilbert's* Annalen der Physik, 75. Bd. p. 367.

ten dieser *diallages métalloïdes* Haüy's, wie Richtungen der Theilbarkeit, Härte, die sie nicht mit dem Bronzit theilen, scheinen darauf hinzudeuten, dafs eine Vereinigung beider Fossilien nicht statthaft sey; der chemischen Zerlegung wird es also vorbehalten seyn, darüber weiteres Licht zu verbreiten. Mehrere Varietäten von metallisirenden Diallagen und Bronziten habe ich deshalb analysirt, und werde nun dieselben der Reihe nach näher beschreiben. Ich verdanke sie der gefälligen Mittheilung der Herren Professoren Weifs und G. Rose, so wie der Güte des Herrn Professors H. Rose, die Gelegenheit, die chemischen Arbeiten gröfstentheils in seinem Laboratorium vollenden zu können.

Die qualitative Prüfung vor dem Löthrohre läfst bei sämmtlichen untersuchten Diallagen nur auf wenige Bestandtheile schliefsen. Im Glaskölbchen geben sie mehr oder weniger Feuchtigkeit, sind in dünnen Splittern an den Kanten schmelzbar, und lösen sich in den Flüssen unter Rückbleibung von Kieselerde. Die Färbung, welche die Perle zeigt, ist die bekannte Reaction des Eisens. Auf Platinblech liefern sie mit Soda eine braune Schlacke, an deren Rändern die blaugrüne Farbe des mangansauren Natrons erscheint.

1. Metallisirender Diallag von der Baste.

Diese Abänderung, die füglich zu den *diallages laminaires métalloïdes* Haüy's zu rechnen ist, bildet einen Gemengtheil des grobkörnigsten Gabbros, der an der Baste auf dem Harze vorkommt. Ihre grünlichbraune oder olivengrüne Farbe steht in grellem Contraste mit der graulichweifsen des andern Feldspathartigen Gemengtheils, dessen Masse wegen ihres verworren blättrigen Gefüges den grofsen breitblättrigen Parthieen des Diallags hinsichtlich der Quantität nachzustehen scheint, wiewohl gerade das Gegentheil der Fall seyn mag. Was dieses feldspathartige Mineral auszeichnet, sind Eigenschaf-

ten, die dasselbe vom gemeinen Feldspath mehr entfernen, und es einer andern, der Feldspathfamilie angehörigen Species nähern. Seine Farbe ist graulichweifs, der Bruch uneben und splittrig, mit einem ganz schwachen Fettglanz begabt, die Masse besitzt geringe Durchscheinenheit, und eine Härte, welche die des Kalifeldspaths nur um ein Geringes übertrifft, ungefähr =6,25 (nach Mohs'scher Scale). Das specifische Gewicht desselben fand ich =2,786 bei +19° R. Vorzüglich charakteristisch für die Bestimmung sind die Verhältnisse der innern Structur. Durch Spaltung liefsen sich kleine Stückchen mit ziemlich spiegelnden Flächen erhalten, an denen man mit einiger Sicherheit den Neigungswinkel der beiden deutlichsten, aber verschiedenwerthigen, Theilungsrichtungen messen konnte, nämlich =93° 45′ und 86° 15′; schwache Spuren eines dritten Durchgangs, der einer Seitenfläche der Feldspathsäule entspricht, liegen der scharfen Kante von 86° 15′ an. Es ergiebt sich hieraus, dafs das feldspathartige Fossil dem Labrador zuzurechnen ist, was auch schon Breithaupt ausgesprochen hat *).

Die Farbe des Diallags variirt vom Lauchgrünen durch das Braune bis zum Grauen, gewöhnlich zeigen sich mehrere Nüancen an einem und demselben Stücke. Mit dieser Farbe verbindet sich eine ganz besondere Eigenthümlichkeit des Glanzes, wenn man das Fossil in gewissen Richtungen betrachtet. Die innere Structur des Diallags nämlich ist nach einer Richtung ganz ausgezeichnet blättrig, wodurch das Erscheinen desselben in breiten, vollkommen geradblättrigen Massen bedingt wird; nach einer andern Richtung, welche die erste unter einen rechten Winkel schneidet, findet zwar auch Spaltbarkeit statt, aber nur in schwachen Spuren. In diesen beiden verschiedenen Richtungen bemerkt man auch die gröfste Verschiedenheit des Glanzes. Jene besitzt einen lebhaf-

*) Diese Ann. 1826, 10. Stück.

ten Perlmutterglanz, der aber schon etwas Metallähnliches aufnimmt, indem bei gewissem Lichtreflex die Farbe sich dem Tombackbraunen und Messinggelben nähert. Die zweite Spaltungsrichtung ist dagegen viel tiefer braun gefärbt ohne allen Glanz, oder nur mit schwachem Schimmer. Kaum ist wegen vorherrschender Deutlichkeit der ersten Theilungsrichtung der Querbruch wahrzunehmen; das Fossil trennt sich meist in Splittern, die mit bräunlichgrauer Farbe durchscheinend sind. Die Härte desselben ist $=3,75-4$, die Sprödigkeit nur sehr geringe, das Strichpulver blafsgrau. Das eigenthümliche Gewicht beträgt $=\begin{cases}3,237 \text{ bei } +13^{\circ} \text{ R.}\\ 3,229 \text{ bei } +17^{\circ},5 \text{ R.}\end{cases}$

Auch dieses Mineral theilt mit dem Smaragdit die Eigenthümlichkeit meist in einer innigen, regelmäfsigen Verwachsung zweier verschiedenen Species zu bestehen. Hauptsächlich da, wo die breitblättrigen Massen des Diallags an den Feldspathgemengtheil des Gabbro gränzen, bemerkt man bei genauerer Betrachtung dunkler gefärbte Stellen, die sich gewöhnlich in sehr unbeträchtlicher Breite an der Gränze beider Fossilien hinziehen. Selten nur erstreckt sich eine solche fremdartige Parthie bis in die Mitte der Diallagmasse. Aufser der dunklern Farbe zeichnen sich diese Stellen auch durch einen ziemlich lebhaften Fettglanz und zwei gleich deutliche Theilungsrichtungen der Masse aus, die einen Neigungswinkel von 124° einschliefsen (annähernd mit dem Reflexionsgoniometer gemessen). Die Härte ist bedeutender, als die des Diallags selbst, etwa $=5,5$, wonach sich also das Mineral als Hornblende zu erkennen giebt. Die gegenseitige Stellung beider Mineralspecien ist so, dafs die Hauptheilungsrichtung des Diallags genau einer Abstumpfung der stumpfen Seitenkante von 124° an der Hornblende entspricht, während alle Structurflächen beider Substanzen einer und derselben Zone angehören. Zuweilen gelingt es, kleine Stückchen herauszuschlagen, die

auf einer Seite Diallag, auf der andern Hornblende sind, beide in der angeführten parallelen Stellung.

Da die Quantität der Hornblende gegen die des Diallags nur höchst unbedeutend ist, so konnte ich mir nicht hinreichendes Material verschaffen, um das specifische Gewicht derselben zu bestimmen, oder ihren chemischen Bestand zu untersuchen. Dagegen habe ich den Diallag selbst mehrmals analysirt, und folgende Bestandtheile gefunden:

	a) Mit kohlens. Kali.	Sauerstoffmenge.		b) Mit Flufssäure.
Kieselerde	53,707	27,015		52,064 (aus d. Verluste)
Kalkerde	17,065	4,794	13,429	17,743
Magnesia	17,552	6,795		17,810
Eisenoxydul mit Manganoxydul	8,079	1,840		8,734
Thonerde	2,825			2,571
Wasser	1,040			1,078
	100,268			100,000.

Die Methode, nach der ich die Analysen vornahm, ist die in diesen Annalen 1827, 10. St. beschriebene. — Vernachlässigt man den Thonerdegehalt bei der Bildung einer Formel, so verhält sich die Sauerstoffmenge der isomorphen Basen: Kalkerde, Magnesia und Eisenoxydul, zur Sauerstoffmenge der Kieselerde, die mit jenen in Verbindung tritt $=1:2$; die mineralogische Formel mufs also geschrieben werden

$$\left.\begin{matrix} C \\ M \\ f \\ mn \end{matrix}\right\} S^2$$

2. Metallisirender Diallag aus dem Salzburgischen.

Dieser ausgezeichnete Diallag findet sich in einer wahrscheinlich innig gemengten Gebirgsart eingewachsen, deren näherer Fundort mir nicht bekannt wurde. Ihre *berggrüne* Farbe, der unebene, splittrige und matte Bruch,

der gar nichts Fettiges im Anfühlen hat, die Härte =5,25, ihre Sprödigkeit und der Umstand, daſs durch den Strich kein Glanz erzeugt wird, unterscheiden sie genugsam vom Serpentin, mit dem sie im Aeuſsern wohl Aehnlichkeit darbietet.

In dieses Muttergestein ist der Diallag in blättrigen, häufig etwas krumschaligen und wellenförmig gebogenen. Massen eingewachsen, ohne alle Regelmäſsigkeit der gegenseitigen Lage der einzelnen Parthieen. Seine Farbe ist eine hellgrünlichgraue, die Spaltbarkeit nach einer Richtung hinsichtlich der Vollkommenheit sich dem Glimmer nähernd, in einer andern, auf dieser senkrechten, Richtung erscheinen nur schwache Spuren von Theilbarkeit, wie bei dem Diallag der Baste. In der Hauptspaltungsrichtung ist die grünlichgraue Farbe mit jenem eigenthümlichen Perlmutterglanze verbunden, der schon in den metallischen übergeht, und zwar bei dieser Varietät so sehr demselben genähert ist, daſs das Fossil durch Glühen eine zwischen silber- und zinnweiſs das Mittel haltende Farbe annimmt. Die zweite Theilungsrichtung besitzt dagegen bei dunklerer Färbung auch nur einen sehr schwachen Fettglanz, ganz so wie der wenig unebene Querbruch. Dünne Blättchen dieses Diallags sind grünlichgrau durchscheinend, fast gar nicht biegsam, nur sehr wenig spröde, und liefern beim Feilen ein graulichweiſses Pulver. Die Härte ist der des Fluſsspathes sehr nahe, =3,75, das specifische Gewicht

$$=\begin{cases} 3{,}219 \text{ bei } + 13^\circ \text{ R.} \\ 3{,}235 \text{ - - } 15^\circ{,}5 \text{ R.} \end{cases}$$

Von einer ähnlichen regelmäſsigen Verwachsung mit einem andern Fossile, wie bei der vorigen Varietät, ist hier keine Spur wahrzunehmen.

Nach mehreren, mit kohlensaurem Kali angestellten, Analysen ergab sich das Resultat:

		Sauerstoffmengen.	
Kieselerde	51,338	25,823	
Kalkerde	18,284	5,136	13,084
Magnesia	15,692	6,074	
Eisenoxydul mit Manganoxydul	8,230	1,874	
Thonerde	4,388		
Wasser	2,107		
	100,039.		

Sieht man auch hier wiederum die, freilich nicht ganz geringe, Menge von Thonerde und Wasser als unwesentlich an in der Mischung des Diallags: so ergiebt sich die Formel:

$$\left.\begin{matrix} C \\ M \\ f \\ mn \end{matrix}\right\} S^2$$

3. Metallisirender Diallag aus dem Toskanischen.

In der an mannigfaltigen Abänderungen des Gabbro so reichen Gegend von Florenz kommen auch mannigfache Varietäten von Diallagen vor. Unter den metallisirenden Diallagen jenes Landstrichs ist der von Prato einer der bekanntesten, und nächst dem vorhergehenden einer der ausgezeichnetsten Repräsentanten der *diallages métalloïdes* Haüy's. Er ist der Gemengtheil eines Gabbro, dessen Feldspath von grauer oder grünlichgrauer Farbe, undeutlich blättrig ist, und beinahe die Härte des gemeinen Feldspaths erreicht, etwa =5,75. Im Aeufsern hat dieser Diallag sehr viel Aehnlichkeit mit der Salzburger Varietät. Was Farbe und Richtungen der Theilbarkeit anbetrifft, stimmen beide vollkommen überein, nur ist bei dem italienischen die Lebhaftigkeit des metallähnlichen Perlmutterglanzes in der Hauptspaltungsrichtung geringer als bei dem Salzburger, eben so besitzt jener nicht das Gebogene und Krummschalige dieser Ab-

änderung, sondern ist vollkommen geradblättrig. Härte, Sprödigkeit, Durchscheinenheit und Strichpulver sind ganz so wie beim Salzburger. Das specifische Gewicht fand ich bei +17°,5 R. =3,256.

Eine, mittelst kohlensauren Kali's vollendete Analyse lieferte folgende Bestandtheile:

		Sauerstoffmengen.	
Kieselerde	53,200	26,760	
Kalkerde	19,088	5,362	13,218
Magnesia	14,909	5,791	
Eisenoxydul	8,671	1,982	
Manganoxydul	0,380	0,083	
Thonerde	2,470		
Wasser	1,773		
	100,491.		

Woraus sich, mit Hinweglassung der Thonerde und des Wassers, die mineralogische Formel bilden läſst:

$$\left.\begin{matrix} C \\ M \\ f \\ mn \end{matrix}\right\} S^2$$

4. Krystallisirter Diallag von der Baste.

Sie ist die einzige, bis jetzt krystallisirt gefundene, Abänderung des Diallags, die schon seit längerer Zeit von Freiesleben *) als gelber Schillerspath, dann von Hausmann anfänglich **) als schillernde Hornblende, später ***) aber als talkartiger Diallag bestimmt worden war.

Die höchstens $1\frac{1}{2}$ Linien langen Kryställchen sind zu körnigen Massen durch ein spärlich vertheiltes serpentinartiges Cäment verbunden. Dieses letztere, das auch mit

*) Freiesleben, min. Bemerk. über das schillernde Fossil. 1794, p. 13.

**) Hausmann's norddeutsche Beiträge. 1806, 1. St. p. 4.

***) Desselben Handb. der Mineralogie. 1813, II. p. 715.

fettglänzenden Ablösungsflächen die Stücke äufserlich umgiebt, — die auf Gangklüften zu brechen scheinen — bedingt wahrscheinlich auch die Fettigkeit des Gesteins im Anfühlen, die dem Diallag selbst wohl nicht zuzurechnen ist. Aufser einzelnen Blättchen tombackbraunen Glimmers ist kein fremdartiger Körper sichtbar in der Masse vorhanden. Die rundum ausgebildeten, aber innig mit dem Bindemittel verwachsenen, Krystalle des Diallags können nur äufserst selten von allen Seiten beobachtet werden, weil es sehr schwierig ist, dieselben, ohne sie zu zerstören, aus der Masse herauszuarbeiten. Gewöhnlich mufs man sich begnügen, nur einzelne Theile der Krystalle erkennen zu können. Vollständige Krystalle zeigen die Fig. 95. Taf. 67. der 2. Ausg. des Haüy'schen Atlas abgebildete Form des Augits, die gewöhnlichste, unter der er in den Basalten zu erscheinen pflegt. Gemeiniglich sieht man nur die Flächen der horizontalen Zone *r*, *l*, seltener *M*, am seltensten aber die Endflächen *s*, die ein genz rauhes und unebenes, meistens verstümmeltes Ansehen haben. Vergleichungen mit wirklichen, gut ausgebildeten Augit-Krystallen und annähernde Schätzung der Winkel mit Haüy's Goniometer beseitigten alle Zweifel über die Identität der Form dieses Diallags mit der des Augits. Häufig sieht man die Krystalle mit der Fläche *r* aus dem Gestein hervorragen, und da diese ein 4 und 2winkliges Sechseck bildet, so ist bei flüchtiger Betrachtung daraus die regelmäfsig sechsseitige Tafel entstanden, die manche Mineralogen für die Krystallform dieses Diallags gehalten haben.

Die Farbe des Fossils ist grünlichgrau, und nimmt auf der Hauptspaltungsrichtung, die der Abstumpfung der scharfen Seitenkante der Säule, oder der Fläche *r* entspricht, — von einem metallähnlichen Schimmer begleitet — eine dem Speisgelben sich nähernde Nüance an. Aufser jener sehr vollkommenen Theilungsrichtung zeigt sich auch eine zweite, weniger ausgezeichnete parallel der

Fläche *l*. Die Fläche *r* ist der Länge nach ganz zart gestreift, den zweiten Blätterdurchgang andeutend. Durchscheinenheit, Härte, Farbe des Strichpulvers und geringe Sprödigkeit hat dieser Diallag mit den vorhergehenden beiden gemein. Sein specifisches Gewicht beträgt =3,054 bei +17° R.

Die chemische Analyse, wobei das Fossil mit kohlensaurem Kali aufgeschlossen wurde, ergab:

		Sauerstoffmengen.	
Kieselerde	53,739	27,031	
Magnesia	25,093	9,713	13,712
Kalkerde	4,729	1,328	
Eisenoxydul	11,510	2,620	
Manganoxydul	0,233	0,051	
Thonerde	1,335		
Wasser	3,758		
	100,397.		

Wasser- und Thonerdegehalt vernachlässigend, kann man die Formel aufstellen

$$\left.\begin{matrix} M \\ f \\ C \\ mn \end{matrix}\right\} S^2$$

5. Bronzit vom Stempel bei Marburg.

Die körnigen Olivinmassen im Basalte des Stempels bei Marburg — der schon durch die schönen, von Hessel und L. Gmelin *) untersuchten, Krystalle des Kalikreuzsteins bekannt ist — enthalten noch ein Fossil, das im Aeufsern mit dem Bronzit vom Fichtelgebirge sehr grofse Aehnlichkeit besitzt. Die einzelnen zwischen den Olivinkörnern sitzenden Bronzitstückchen, die jene gewöhnlich an Gröfse übertreffen, werden sogleich durch ihre dunkle, vom Grün des Olivins sehr abstechende,

*) Leonhard's Zeitschrift für Mineralogie. 1825. I. p. 1.

Farbe, so wie durch ihren eigenthümlichen Glanz verrathen. Dieser Bronzit hat ausgezeichnete Richtungen der Theilbarkeit. Die deutlichste ist an dem eigenthümlichen grünlich-tombackbraunen Perlmutterglanz erkennbar, der aber dem Metallglanze sich bei weitem nicht so nähert, wie es bei den oben beschriebenen Diallagen der Fall war; auch zeigt das Fossil in gewissen Richtungen schon in bedeutend dickern Stücken, ungeachtet der dunklern Färbung, einen höhern Grad von Durchscheinenheit als jene. Gegen diesen Hauptblätterdurchgang neigen sich symmetrisch unter einem Winkel von 134° (annähernd mit dem Reflex. Gon. gemessen) zwei andere sehr ausgezeichnete Theilungsrichtungen, die ziemlich lebhaften Fettglanz zeigen, von denen die eine aber nur ein Geringes vollkommner als die andere zu seyn scheint, wenigstens wird die eine leichter und in gröfsern Flächen durch Spaltung erhalten, als die andere, besitzt auch einen etwas lebhaftern Glanz als diese. Die Farbe dieser Theilungsrichtungen ist tief grünlichbraun. Sie ist noch dunkler, dem Schwarzen sich fast nähernd, und nur von ganz schwachem Fettglanz begleitet, auf einer dritten nur in geringen Spuren erscheinenden Durchgangsrichtung, welche die erste unter rechtem Winkel schneidet. Die Oberfläche dieser sämmtlichen, in einer gemeinschaftlichen Zone liegenden Richtungen der Spaltbarkeit ist von sehr verschiedener Beschaffenheit. Die Haupttheilungsrichtung ist parallel mit der Zonenaxe gestreift, so dafs das Fossil dadurch meist ein faseriges Ansehen gewinnt, worauf auch Haüy's Name *diallage fibro-laminaire* hindeutet. Der zweite und dritte Blätterdurchgang hat sehr glatte und spiegelnde Oberfläche, der vierte endlich, auf dem ersten senkrechte, entfernt sich schon mehr von der Ebene, und sieht mehr wie ein ebener Bruch aus. Die Härte dieses Bronzits ist =5,75—6,0; er ist spröde, sein Strichpulver weifslichgrau. Das spec. Gew. desselben ist bei +13° R. =3,241.

Die

Die mit kohlensaurem Kali vorgenommene Analyse ɛferte folgendes Resultat:

		Sauerstoffmengen.	
Kieselerde	57,193	28,768	
Magnesia	32,669	12,646	14,786
Kalkerde	1,299	0,365	
Eisenoxydul	7,461	1,699	
Manganoxydul	0,349	0,076	
Thonerde	0,698		
Wasser	0,631		
	100,300.		

Wenn Thonerde und Wasser in der Zusammentzung als aufserwesentlich angesehen werden, so kann an auch hier annäherungsweise wieder die Formel bilden

$$\left.\begin{matrix} M \\ f \\ C \\ mn \end{matrix}\right\} S^2$$

6. Bronzit aus dem Ultenthale in Tyrol.

Dieser in jeder Beziehung dem vorhergehenden sehr ıhe stehende Bronzit kommt angeblich in losen Blöcken ınbekannt welcher Gebirgsart) an der Seefeldalpe im ltenthal in Tyrol in einem olivinähnlichen Fossil eingewachsen vor. Das Vorkommen hat im Allgemeinen it dem vom Stempel ungemeine Aehnlichkeit, die Farbe :s letztern ist nur etwas dunkler, und seine Vertheing im Olivin weit spärlicher. Die Richtungen der Theilırkeit, die Neigungswinkel, unter denen sich jene schnei:n, so wie alle übrigen Eigenschaften sind beiden geein; die Härte dieses Bronzits ist nur etwas geringer, wa =5,25, und sein specifisches Gewicht =3,258 bei 17°,5 R.

Eben so nähert sich die Mischung der des Marbur r Bronzits, indem sie nach einer, mit kohlensaurem ali angestellten, Analyse folgendermafsen beschaffen ist:

		Sauerstoffmengen.	
Kieselerde	56,813	28,577	
Magnesia	29,677	11,488	14,266
Kalkerde	2,195	0,616	
Eisenoxydul	8,464	2,027	
Manganoxydul	0,616	0,135	
Thonerde	2,068		
Wasser	0,217		

Die Formel, die man daraus bilden kann, ist:

$$\left.\begin{matrix} M \\ f \\ C \\ mn \end{matrix}\right\} S^2$$

Zu den ausgezeichnetsten Abänderungen metallisirender Diallagen gehören die vom Zobtenberg und von Volpersdorf bei Neurode in Schlesien, die Gemengtheile des dortigen Gabbro sind. Beide stimmen hinsichtlich ihrer äufsern Eigenschaften vollkommen mit denen von der Baste, No 1., und von Florenz, No. 3., überein, so dafs auch Identität der Mischung zu erwarten ist. Regelmäfsige Verwachsung mit andern Fossilien ist an ihnen nicht zu beobachten. Die bekannten Bronzite vom Gulsen bei Kraubat in Steyermark, und vom Fichtelgebirge finden ihre Vergleichungsstücke an denen von Marburg und Ultenthal, sowohl rücksichtlich der Structur, und der übrigen äufsern Eigenschaften, als auch ihres chemischen Bestandes, den Klaproth vom steyerschen erforscht hat *). Beim Kraubater nur ist die blättrige Structur weit weniger deutlich und ausgezeichnet, als beim Marburger Bronzit.

Wir wollen nun noch die beiden übrigen, der Schillerspathfamilie bisher noch zugerechneten, Specien, den Hypersthen und Anthophyllit, mit den vorhergehenden Fossilien vergleichen:

Die Structur des ausgezeichneten Hypersthens von

*) Klaproth's Beiträge. V. p. 32.

der Paulsinsel an der Küste von Labrador stimmt ganz mit der des Marburger Bronzits überein. Auch bei jenem sind 4 Theilungsrichtungen, von denen die erste mit fast kupferrothem Schiller symmetrisch unter etwa 134° (annäherungsweise durch Reflex. bestimmt) von zwei andern geschnitten wird, die jedoch eine ganz geringe physikalische Differenz wahrnehmen lassen, wie auch schon Phillips beobachtet hat *). Härte und specifisches Gewicht sind nicht viel von der des Bronzits verschieden, jene ist etwa =5,5, dieses =3,389 (nach Mohs). Die Mischung des Hypersthens ist nach der Klaproth'schen Analyse **) durch dieselbe Formel ausdrückbar, wie die des Bronzits, nämlich:

$$\left.\begin{matrix} f \\ M \\ C \end{matrix}\right\} S^2$$

Es ist also weder von mineralogischer noch chemischer Seite ein Grund gegen die Vereinigung des Hypersthens mit dem Bronzit anzuführen.

Dagegen entfernt sich der Anthophyllit ganz aus der Gemeinschaft mit den vorhergehenden Mineralien. Der Neigungswinkel seiner beiden deutlichen Blätterdurchgänge (=124°, approximativ durch Reflexion bestimmt), seine Härte (=5,5) und seine Schwere (=3,120 nach Blöde) reihen ihn unwidersprechlich an die Hornblende an, wozu denn auch die Mischung allenfalls eine Bestätigung liefert, wiefern man aus L. Gmelin's Analyse ***) die Formel ableiten kann

$$fS^3 + \left.\begin{matrix} M \\ C \end{matrix}\right\} S^2$$

Nimmt man den Anthophyllit aus der Schillerspathfamilie, um ihn als Varietät unter die Species Hornblende

*) *Will. Phillips elementary introduction to the knowledge of Mineralogy. 3. edit. Lond. 1823. p. 70.*

**) Beiträge, V. p. 37.

***) Leonhard's Handbuch der Oryktognosie. 2. Aufl. p. 515.

zu bringen, so sind also, aufser dem eigentlichen Schillerspath von der Baste, — zu dem auch mancher im Serpentin vorkommende Schillerspath zu gehören scheint (wie z. B. der von Bolokowskoy in Sibirien und Hohenstein in Sachsen) — nur noch der metallisirende Diallag, der Bronzit und der Hypersthen Glieder des Schillerspathgeschlechtes.

Vergleicht man aber sowohl Structur- als Mischungsverhältnisse dieser letztern 3 Fossilien mit denen des Augits, so ergeben sich zwischen ihnen ganz unverkennbare Analogieen. Die Form des krystallisirten Diallags von der Baste ist, wie ich schon oben weitläufiger anführte, ganz die des Augits; nur zeigt sich hier die Ausnahme, dafs der Fläche *r*, oder der Abstumpfungsfläche der scharfen Seitenkanten der Augitsäule, der deutlichste blättrige Bruch entspricht. — Die Structur des Bronzits und Hypersthens führt auf eine geschobene Säule von 88° und 92°, an der die scharfen Kanten durch die erste, die stumpfen durch die vierte Spaltungsrichtung abgestumpft sind. In der Endigung der Säule sind freilich keine Durchgänge beobachtet, indefs läfst die geringe Differenz in den Seitenflächen der Säule schon auf einen Uebergang zu einem 1 und 1gliedrigen Krystallsystem schliefsen. Sonst ist die Structur durchaus mit der des Augits vereinbar, nicht minder Härte, Schwere und chemische Constitution.

Dasselbe gilt dann von den metallisirenden Diallagen, die hinsichtlich ihrer innern Structur die einfachsten sind. Der deutlichste blättrige Bruch würde auch hier der Abstumpfung der scharfen Seitenkante der imaginären Säule correspondiren, so wie der zweite der der stumpfen Seitenkante parallel seyn würde. Alsdann ergäbe sich auch die Stellung der beiden Fossilien Augit und Hornblende in der Verwachsung zum Smaragdit etwas natürlicher als Haidinger sie darstellte; nämlich es würde nicht die schiefe Endfläche *P* des Augits der Fläche *s*

an der Hornblende parallel liegen, sondern *r* des Augits parallel *s* der Hornblende seyn. Die überaus grofse Vollkommenkeit des blättrigen Bruchs an dem metallisirenden Diallag bedingt aber eine um so geringere Härte des Fossils gegen den weniger leicht und deutlich spaltbaren Bronzit, wie auch die Beobachtung ergiebt *). — Merkwürdig ist, dafs das härtere und vielfacher spaltbare unter diesen Fossilien, der Bronzit und Hypersthen, sich durch vorwaltenden Magnesia- oder Eisenoxydulgehalt auszeichnen, während das weichere und einfacher theilbare, der Diallag, fast gleichviel Magnesia und Kalkerde in seiner Mischung enthält.

Metallisirender Diallag, Bronzit und Hypersthen treten nunmehr viel natürlicher als Unterarten des Augits auf, als dafs sie in Gemeinschaft mit dem Schillerspath Glieder der Schillerspathfamilie bildeten.

VIII. Versuche über die Bildung von Blitzröhren.

Durch Hrn. Arago ist die Academie zu Paris, in einer ihrer letzten Sitzungen, in Kenntnifs gesetzt von den Beobachtungen des Dr. Fiedler über die langen Röhren, welche dieser im Sandboden an mehreren Orten angetroffen hat, und welche man als Erzeugnisse des Blitzes ansieht. Die Idee, die Entstehung der Röhren dem Blitze zuzuschreiben, gründet sich auf mehrere unmittelbare Beobachtungen, denn man hat wirklich den Blitz an einem Orte einschlagen gesehen und daselbst hernach solche Röhren gefunden**). Dessenungeachtet hat Hr. Hachette

*) Auch der Malakolith ist weniger hart, als der eigentliche Augit, wiewohl jener bei weitem weniger ausgezeichnet theilbar ist, als der Diallag, auch ist beim Malakolith *P* Zusammensetzungs- und nicht Spaltungsfläche.

**) Unstreitig sind damit die Erfahrungen von Pfaff und Hagen gemeint (dies. *Ann. Bd.* 72. *S.* 111. u. Bd. 74. S. 325.).

geglaubt, dafs ein Versuch nicht unnütz sey, diese Erscheinung mittelst Hindurchleitung des Schlages einer Elektrisirmaschine durch nicht gar zu schwer schmelzbare Materien künstlich hervorzubringen. Demzufolge haben wir, Hr. Hachette, Hr. Savart und ich (Hr. Beudant), uns vereinigt, um im *Conservatoire des Arts et Métiers* mit der Batterie im Charles'schen Cabinett, der stärksten in Paris, diesem Versuch anzustellen.

Unser Versuch gelang vollkommen. Als wir den Schlag durch Glaspulver gehen liefsen, mit welchem ein Loch in einem Ziegelstein angefüllt worden war, erhielten wir Röhren, die den in der Natur vorkommenden und dem Blitz zugeschriebenen völlig ähnlich waren, nur dafs sie im Verhältnifs zu unseren Mitteln kleinere Dimensionen besafsen. Bei einem Versuche mit zerstofsenem Glase erhielten wir eine Röhre von 25 Millimet. Länge, deren äufserer, von einem bis zum andern Ende unregelmäfsig abnehmender, Durchmesser 3 bis 1$\frac{1}{2}$ Millimeter betrug, und deren innerer Canal $\frac{1}{2}$ Millimeter im Durchmesser hielt. Bei einem andern Versuche, bei dem das Glas mit etwas Kochsalz gemischt worden, erhielten wir ein Rohr von 30 Millimeter Länge. das auswendig und inwendig ziemlich regelmäfsig war. Der äufsere Durchmesser betrug im Mittel 4$\frac{1}{2}$ Millimeter und der innere 2 Millimeter.

Zwei andere Versuche gaben kleinere und weniger gut gebildete Röhren.

Versuche mit gepülvertem Feldspath oder Quarz gelangen nicht. Wir bemerken, dafs unsere Röhren, wie die natürlichen, inwendig eine dunkle Schicht darbieten, deren Ursache wir nicht anzugeben wissen, wenigstens hängt sie nicht von einer geringen Menge von Eisen ab, das etwa bis zu einem gewissen Grade oxydirt wäre. Auch müssen wir bemerken, dafs unsere Röhren bei weitem nicht die Festigkeit der des Dr. Fiedler besitzen, was ohne Zweifel von der verschiedenen Stärke der elektrischen Entladung abhängt. Denn wie schwach ist nicht die durch unsere Mittel hervorgebrachte, gegen die welche die Natur entfalten kann! (*Ann. de chim et de phys. XXXVII. p.* 319.)

IX. *Reductionsformel für das Quecksilber-Thermometer bei hohen Wärmegraden; von Dr. E. F. August, Prof. und Director des Cöllnischen Real-Gymnasiums zu Berlin.*

Ein Hauptvorzug des Quecksilberthermometers vor den meisten übrigen besteht bekanntlich darin, dafs die Anzeigen desselben innerhalb der Temperaturen von —25° bis +100° C. der wirklichen Wärmezunahme so genau proportional sind, dafs bis jetzt die sorgfältigsten Versuche darüber auf keine Verschiedenheit geführt haben. Je mehr sich aber das Quecksilber auf der einen Seite dem Gefrieren auf der anderen dem Sieden nähert, desto mehr weichen die Anzeigen desselben von denen eines Luftthermometers ab, dem man mit Recht die vollkommenste Uebereinstimmung mit der Wärmeveränderung zuschreibt. Wir müssen daher sowohl in den Temperaturen unter —25° als in denen über +100° C. die Anzeigen des Quecksilberthermometers jederzeit erst auf das Luftthermometer reduciren, wenn wir die durch das erstere angedeutete wahre Wärmeänderung irgend wo in Rechnung bringen wollen. Eine Formel für solche Reductionen ist meines Wissens noch nicht aufgestellt; daher ich diejenige, welche sich mir bei dem Anblick der in der vortrefflichen neuen Bearbeitung des Gehlerschen phys. Wörterbuchs (Th. I. S. 599.) mitgetheilten Resultate aus Dulong's und Petit's Versuchen über diesen Gegenstand gleichsam von selbst darbot, ihrer Einfachheit wegen, der öffentlichen Mittheilung würdig halte, um so mehr, da ich in dem folgenden Aufsatze über die Berechnung der Expansivkraft des Wasserdunstes, von derselben Gebrauch zu machen Gelegenheit haben werde.

Die ersten beiden Spalten der folgenden Tabelle enthalten die am a. O. angegebenen Vergleichungen nach dem hunderttheiligen Thermometer; wobei, wie ausdrücklich bemerkt wird, die Ausdehnung des Glases schon berücksichtiget ist.

A. Quecksilberthermometer.	*B.* Luftthermometer.	Unterschied beider *A — B.*	Differenz der Unterschiede.	Zweite Differenz derselben.
100	100	0		
150	148,70	1,30	1,30	
200	197,05	2,95	1,65	0,35
250	245,05	4,95	2,00	0,35
300	292,70	7,30	2,35	0,35
360	350,00	10,00		

Nimmt man die ersten fünf Beobachtungen und die damit bereits vorgenommenen Reductionen in Beziehung auf die Ausdehnung des Glases als vollkommen richtig an, so ist die Aufstellung einer Formel für das Gesetz, dem die Unterschiede beider, welche die dritte Spalte der Tabelle angiebt, zu folgen scheinen, nicht schwer zu entdecken. Man bemerke nur, dafs die in der fünften Spalte aufgeführten zweiten Differenzen dieser Unterschiede vollkommen gleich sind; dafs also die Zahlen der dritten Spalte, d. h. diese Unterschiede selbst, eine arithmetische Reihe zweiter Ordnung bilden. Nimmt man nun dasselbe Gesetz auch für die dazwischen liegenden Temperaturen an, so findet man durch Einschaltung von je 49 Gliedern einer arithmetischen Reihe zweiter Ordnung zwischen zwei Zahlen dieser Spalte diejenigen Unterschiede, welche sich auf die einzelnen Grade beziehen. Die Interpolirung selbst führt auf folgende Formel:

$$\delta = \tfrac{1}{4}(0{,}09\,\tau + 0{,}00028\,\tau^2),$$

wenn τ die Anzahl über 100° nach dem Centesimal-Quecksilberthermometer, und δ den Unterschied der Quecksilbergrade von den wirklichen Wärmegraden anzeigt.

Nennen wir daher die wirklichen Wärmegrade ω,

die Quecksilbergrade q und behalten den Werth $\tau = q - 100$ bei, so ist für das Centesimalthermometer

$$\omega = q - \tfrac{1}{4}\tau(0{,}09 + 0{,}00028\,\tau).$$

Für Reaumursche Grade ω', q'; wo $\tau' = q' - 80$ wird, geht die Formel in folgende über:

$$\omega' = q' - \tfrac{1}{4}\tau'(0{,}09 + 0{,}00035\,\tau).$$

Dafs die Formel nicht absolut richtig seyn kann, geht schon daraus hervor, dafs sie ihre ganze Bedeutung verliert, sobald $\tau = q - 100$ einen negativen Werth hat, d. h. wenn q unter 100 Grad ist. Dafs sie aber innerhalb der Gränzen dieser Versuche eine grofse Annäherung geben müsse, ist daraus deutlich, dafs sie in den fünf angegebenen Fällen auf eine vollkommene Uebereinstimmung des Versuches mit der Rechnung führt. Ob sie auch über 300° C. hinaus, wo das Quecksilber bald seinen freien Siedepunkt erreicht, eben so genau seyn wird, wie zwischen 100° und 300°, kann bezweifelt werden. Die Rechnung zeigt für die letzten der hier mitgetheilten Beobachtungen eine Abweichung. Wir erhalten nämlich nach der Formel für 360°, $\delta = 10{,}582$, wo der Versuch nur $\delta = 10$ giebt. Indessen ist auch unter Voraussetzung absoluter Genauigkeit der Beobachtung, die *über dem Siedepunkt des Quecksilbers* allerdings problematisch wird, diese Abweichung eines halben Grades für einen Abstand von 60° so unbedeutend, dafs wir dadurch an dem Gebrauch der Formel auch über 300° C. hinaus, bis nahe an den Siedepunkt des Quecksilbers nicht gehindert werden.

Bezeichnet also q die Grade eines Quecksilberthermometers, das zwischen dem Gefrier- und Siedepunkte n Grade und am Siedepunkte selbst s Grade zählt, und versteht man unter Cal. q die Grade der wahren Wärmezunahme, welche dem Stande des Quecksilberthermometers entsprechen, so ist ganz allgemein:

$$\text{Cal. } q = q - \tfrac{1}{4}(q - s)\left(0{,}09 - 0{,}028\frac{q-s}{n}\right)$$

X. *Ueber die Berechnung der Expansivkraft des Wasserdunstes; von Dr. E. F. August, Prof. und Director des Cöllnischen Real-Gymnasiums.*

Noch immer fehlt es an einer befriedigenden Methode, die höchste Expansivkraft des Wasserdunstes aus der Temperatur desselben durch Rechnung zu bestimmen, und wenn man die auf dem Wege der Experimente von verschiedenen sorgfältigen Beobachtern gefundenen Resultate unter einander vergleicht, so findet man ebenfalls so wenig Uebereinstimmung, dafs man auch hier geradezu die Möglichkeit einer befriedigenden Annäherung an das absolut Richtige bezweifeln mufs. In dem neuen Gehler'schen phys. Wörterbuche (Th. II. S. 316—354.) findet sich eine umfassende Uebersicht des bisher in diesem Gebiete Geleisteten, aufserdem enthält auch die Schrift von L. F. Kaemtz: *Untersuchungen über die Expansivkraft der Dämpfe nach den bisherigen Beobachtungen* (Halle 1826) eine gründliche Beurtheilung und genaue Berechnung der meisten Versuchsreihen. Aus diesen Schriften entlehne ich zunächst folgende Tafel über die Expansion des Wasserdunstes *) im Maximo nach verschiedenen Beobachtungen von 10° zu 10° der 80theiligen Scale in Pariser Linien ausgedrückt.

*) Wenn der Verf. sich bei dem nicht sichtbaren luftförmigen Wasser des Ausdruckes *Dunst* und bei dem sichtbaren des Wortes *Dampf* bedient, so glaubt er mit seinem würdigen Lehrer E. G. Fischer (Mechan. Naturl. I. S. 316.) dem Geiste der deutschen Sprache getreuer zu bleiben, als die, welche umgekehrt definiren. Jedermann würde sich sträuben *Ausdünstung* mit *Ausdampfung* zu vertauschen.

Temperatur.	Schmidt.	Dalton.	Ure.	Arzberger.	Mittel.	Formel.
0°	2,16	2,25	2,25	1,78	2,10	2,244
10	4,80	4,90	4,59	4,09	4,62	3,102
20	11,96	10,22	10,33	9,89	10,08	10,722
30	25,32	20,54	20,19	21,12	20,35	21,581
40	43,06	39,29	38,26	40,44	39,23	40,752
50	76,80	72,32	73,03	74,35	72,80	73,329
60	131,76	126,00	126,30	129,03	126,34	126,400
70	215,04	210,61	210,47	213,45	211,20	209,667
80	336,00	336,00	336,00	336,07	336,00	336,000
		Christian.		Robison.		
90 (89,77)	525,24	510,51	525,08	551,93	525,29	516,9
100 (99,52)	804,00	759,43	776,17	852,58	789,05	773,3
110 (109,25)	1208,6	1154,64	1129,5	1181,9	1155,9	1135,0
120 (118,96)		1607,28	1612,1		1612,1	1610,0
128 (126,72)		2105,2				2106,9

Durch die Vergleichung der ersten fünf Spalten dieser Tabelle, in welcher die erste nach der zweiten Auflage von Schmidt's Handbuch der Naturl., S. 296., berichtiget ist, überzeugt man sich leicht von dem Schwankenden in diesen Bestimmungen, was so grofs ist, dafs es durch die Mittelzahlen, die Kaemtz nach einer gewissen Wahrscheinlichkeitsregel berechnet hat, und welche die sechste Spalte enthält, nur unvollkommen ausgeglichen wird. Alle Formeln, die auf diese Mittelzahlen gegründet werden, können daher nur sehr unsichere Resultate geben, und wir müssen immer noch genaueren Versuchen über diesen Gegenstand entgegensehen.

Mich hat eine einfache mathematische Entwickelung, zu der ich nur *eines einzigen* absolut genauen Versuches bedurfte, auf eine Formel geführt, deren Werthe ich in der siebenten Spalte angegeben habe, und die bei leichter Form eine zu grofse Uebereinstimmung nicht nur mit diesen Versuchsreihen; sondern auch mit anderen Bestimmungen enthält, als dafs ich sie nicht für eine grofse Annäherung an das absolut Genaue halten sollte Deshalb will ich zunächst kurz die Entwickelung derselben mittheilen.

Betrachtet man die Mittel aus den Beobachtungen, welche die sechste Spalte enthält; so findet man leicht, dafs sich diese Zahlen einer geometrischen Reihe nähern; denn die Division einer jeden durch die vorhergehende giebt folgende Resultate:

$$\frac{4,62}{2,10}=2,20;\ \frac{10,08}{4,62}=2,18;\ \frac{20,35}{10,08}=2,02 \text{ etc. etc,}$$

Wäre der Quotient überall derselbe, so würde die Reihe genau eine geometrische seyn, und jede Zahl liefse sich dann durch die Formel: $e=am^t$ darstellen, in welcher a die zur Temperatur von o^0, e die zur Temperatur von t Grad gehörige Expansivkraft bedeutete, m aber den Exponenten der Reihe für jeden Grad der Temperatur darstellte. Da die Qotienten aber abnehmen; so bilden die Werthe der Expansionsmaxima eine Reihe, deren Glieder gegen die einer geometrischen immer kleiner werden. Für eine solche Reihe können wir die Formel

$$e=am^{\frac{1}{1+\beta t}}$$

aufstellen und untersuchen, wie sich aus den bekannten Gesetzen über die Verdunstung die einzelnen Gröfsen darin bestimmen lassen.

Es bezeichne b den Barometerstand, bei welchem der Siedepunkt des Thermometers genommen ist; ferner sey n die Anzahl der Grade vom Gefrierpunkt bis zum Siedepunkt. Die aufserhalb dieses Fundamentalabstandes liegenden Grade setzen wir der wahren Wärmezunahme proportinal. In diesem Sinne ist die Zahl $-\omega^0$ zu verstehen, welche die Abwesenheit aller Wärme ausdrücken würde, wenn das Quecksilberthermometer 1) so tief sinken und 2) den regelmäfsigen Gang, den es zwischen -25^0 C. und 100^0 C. hat, beibehalten könnte. Wo keine Wärme ist, kann nach den bekannten Verdunstungsgesetzen auch kein Dunst seyn. Sobald also t in $-\omega$ übergeht, verwandelt sich auch e in o, und wir erhalten *aus der obigen* Formel:

$am^{\frac{-\omega}{1-\beta\omega}}=o$, also $\frac{1}{m^{\frac{\omega}{1-\beta\omega}}}=o$; folglich $m^{\frac{\omega}{1-\beta\omega}}=\infty$

Da nun m, wie die Zunahme der Expansionsmaxima mit zunehmender Temperatur beweiset, immer größer als 1 ist, so folgt aus dem letzten Ausdruck:

$$\frac{\omega}{1-\beta\omega}=\infty\text{, also } 1-\beta\omega=o \text{ oder } \beta=\frac{1}{\omega}$$

Substituiren wir diesen Werth in die allgemeine Formel, so erhalten wir:

$$e=am^{\frac{t}{1+\frac{t}{\omega}}}=am^{\frac{\omega t}{\omega+t}}$$

Ist nun, wie oben angenommen, b der Barometerstand des Siedepunktes am Thermometer und n die Zahl der Grade, die beim Siedepunkte vom Gefrierpunkte aus gezählt werden, so muſs wieder nach sehr bekannten Gesetzen $e=b$ werden, wenn $t=n$ ist. Dieſs giebt für unsere Formel den Ausdruck:

$$b=am^{\frac{\omega n}{\omega+n}} \text{ und daraus } m=\left(\frac{b}{a}\right)^{\frac{\omega+n}{\omega n}}$$

Wird dieser Werth von m auch noch in den zuletzt für e gefundenen Ausdruck eingeführt, so ergiebt sich nunmehr die Formel:

$$e=a\left(\frac{b}{a}\right)^{\frac{(\omega+n)t}{n(\omega+t)}}$$

in welcher auſser a keine einzige Gröſse durch Expansionsversuche zu bestimmen ist. Denn b bezieht sich auf die Einrichtung und t auf die Beobachtung des Thermometers, ω aber ist eine auf einem anderen Gebiete sehr genau ausgemittelte Gröſse.

Gay-Lussac hat nach einer Angabe, die ich im neuen Gehler II. S. 340. finde, die Expansion des Wasserdunstes $=0{,}18684''$ Par. (0,00578 Met.) sehr genau mit Dalton und Ure und einigen andern Versuchen

übereinstimmend gefunden. Da mich meine eigenen mit dem in diesen Annalen (1825, St. II. S. 344.) beschriebenen Apparate angestellten Beobachtungen, die ich mehrere Winter hindurch wiederholt habe, zu demselben Resultate führten, (ich fand immer 2,24''' Par.) so lege ich diese durch Gay-Lussac bestimmte Expansion als den Werth von *a* bei meiner Formel zum Grunde. Es ist demnach $a = 0{,}00578$ Met., $n = 100^{\circ}$ $b = 0{,}76$ Met. und $-\omega$ nach den genausten Versuchen (die (n. Gehler I. S. 633.) für jeden Grad des Quecksilberthermometers eine Wärmezunahme von 0,00375 derjenigen Wärmemenge ergeben, die bei 0° vorhanden ist) $= -266\frac{2}{3} = -\frac{800^{\circ}}{3}$ C. Bringen wir diese Werthe in die Formel, so erhalten wir für neu französisches Maafs und hunderttheilige Grade folgende Formeln:

$$\text{Log. } e = \frac{23{,}945371\, t}{800 + 3\, t} - 2{,}2960383$$

$$t = \frac{800}{3} \cdot \frac{2{,}2960383 + \text{Log. } e}{5{,}6857520 - \text{Log. } e}$$

Diese Formeln schliefsen sich an alle bisher angestellten Versuche sehr genau an, wie eine Vergleichung der siebenten Spalte der oben angeführten Tafel, welche in Pariser Linien die Werthe derselben angiebt, leicht zeigen kann. Bei den Versuchen, die über den Siede punkt hinausgehen, mufs natürlich, ehe man *e* berechnet, die Angabe des Quecksilberthermometers auf Grade der wahren Wärmezunahme reducirt werden, weil nur die letzteren der Entwicklung der Formel bei Bestimmung von $-\omega$ zum Grunde liegen. Die Reduction geschieht nach der in dem vorigen Aufsatze, Seite 121., angegebenen Formel. Die erhaltenen wahren Wärmegrade werden dann als *t* in Rechnung gebracht. Diese Correction wird um so wichtiger, da eine geringe Temperaturänderung in höheren Graden sehr bedeutende Abweichungen der Expansionen hervorbringt. In der ersten Spalte sind *diese* Reductionen in Parenthese beigefügt.

Will man den allgemeinen Ausdruck

$$e=a\left(\frac{b}{a}\right)^{\frac{(\omega+n)t}{n(\omega+t)}}$$

für andere Thermometerscalen und andere Längenmaaſse umwandeln, so muſs zuvor der Werth eines Grades nach der zweiten für t gegebenen Formel berechnet werden, damit daraus der richtige Werth von ω gewonnen wird. Der Werth eines Grades ist nämlich nicht bloſs von der Eintheilungszahl n, sondern auch von dem Barometerstande abhängig, bei dem das Thermometer den Siedepunkt erhalten hat. Mit dem Werthe der einzelnen Grade ändert sich aber auch der Werth von ω bedeutend ab.

Gesetzt wir wollten eine Formel entwickeln, nach welcher die Expansionen berechnet werden sollten, die zu Graden gehören, welche ein Reaumursches Thermometer angiebt, das bei 27″ Par. =324‴ regulirt ist, so müſsten wir den Werth 324‴=0,73089 Met. für e in Rechnung stellen, und daraus den Werth von t nach der zweiten Formel berechnen. Wir finden $t=98{,}932°$. Wir sehen also hieraus, daſs die Expansion des siedenden Dunstes, bei dem das Thermometer den Siedepunkt (80°) erhalten hat, einer Temperatur von 98,932° C. entspricht. Folglich beträgt ein Grad eines solchen Thermometers 1,236625° C. Die Auffindung dieser Zahl, die wir der Kürze wegen mit ϱ bezeichnen wollen, reicht hin, um die Angaben eines solchen Thermometers mit der Rechnung zu vergleichen. Sind τ die beobachteten Grade, so ist die $t=\varrho\tau$ in die Formel zu setzen.

Saussure bediente sich eines solchen Thermometers zur Bestimmung des Siedepunktes auf verschiedenen Höhen. Deluc wandte auch ein solches an, die Resultate ihrer Versuche sind in diesen Annalen (Bd. XVII. 1804. S. 57.) mitgetheilt. Ich wiederhole sie hier, indem ich die Maaſse auf das neu französische reducirt und die Berechnung nach meiner Formel hinzugefügt habe.

A. Barometer e.	B. Thermomet. τ.	Berechnung aus A. t.	Berechnung aus B. ϱτ.	Differenz beider.
0,43515m	68,993° R.	85,317° C.	85,320° C.	+ 0,003
0,53224	73,21	90,480	90,534	+ 0,054
0,55254	73,93	91,460	91,424	— 0,036
0,59166	75,47	93,257	93,328	+ 0,071
0,62233	76,54	94,596	94,652	+ 0,056
0,65207	77,45	95,844	95,777	— 0,067
0,66306	77,80	96,296	96,209	— 0,087
0,70199	79,14	97,859	97,866	+ 0,007
0,73258	80,07	98,995	99,017	+ 0,022
0,74590	80,47	99,487	99,511	+ 0,024
0,75218	80,63	99,719	99,709	— 0,010
0,76325	80,93	100,117	100,097	— 0,020
0,76952	81,09	100,344	100,278	— 0,066
0,77510	81,299	100,541	100,536	— 0,004

Die erste und letzte dieser Beobachtungen rühren von Saussure her, und stimmen mit der Formel so genau überein, als nur irgend erwartet werden darf, da das Mittel beider Abweichungen nur die Hälfte vom Tausendtheil eines Grades beträgt. Dafs die Versuche selbst mit grofser Genauigkeit gemacht sind, geht daraus hervor, dafs die Temperatur bis auf Tausendtheile des Grades angegeben ist. In den Berechnungen der Deluc'schen Versuche finden sich fünf negative und sieben positive Abweichungen von der Beobachtung, welches wiederum sehr für die Richtigkeit der Formel spricht. Nie erreicht die Abweichung die Gröfse eines Zehntelgrades und das Mittel sämmtlicher Abweichungen beträgt nicht sieben Tausendtheil eines Grades, so dafs man der Formel von 100 bis 85° abwärts gewifs eine grofse Uebereinstimmung zugestehen mufs. Denkt man sich also zwei Curven, die eine nach der Formel construirt, die andere aus Versuchen hergeleitet, in welchen die Abscissen den Temperaturen, die Ordinaten den Expansionen entsprechen, so wird man, wenn man beide auch nicht als congruent annehmen will, doch eine so grofse Annäherung bei-

beider zugestehen müssen, dafs sie $\frac{15}{100}$ des ganzen Abscissenraumes (zwischen den Siedepunkten) hindurch zur einen Seite des Siedepunktes unmerklich abweichen; da sie nun auch wieder bei 0° zusammentreffen, so kann überhaupt die Abweichung nicht bedeutend werden. Diefs zeigt auch die Vergleichung der Tabelle, nach welcher die Formel die Expansivkraft bei 40° R. ein wenig zu hoch anzugeben scheint, jedoch von Arzberger's Versuchen nur um 0,3 Lin. abweicht, dahingegen hinter dem Schmidt'schen Resultate zurückbleibt. Wie grofs aber bei 60° die Uebereinstimmung mit den besseren Versuchen und selbst mit dem von Kaemtz berechneten Mittel sey (0,06 Linien ist die Differenz) ist einleuchtend, so dafs wir also überzeugt seyn können, zwischen dem Fundamentalabstande eine genügende Uebereinstimmung durch unsere Formel zu erhalten, wenn wir auch nicht voraussetzen wollen, dafs sie ein absoluter Ausdruck für das Verdunstungsgesetz selbst sey; was überdiefs auch nur, wenn es geschehen sollte, von der in allgemeinen Zeichen ausgedrückten Formel gesagt werden dürfte, in der allerdings der Werth von a (vielleicht auch von ω) bei erweiterter Forschung eine Berichtigung erfahren könnte. Dafs die Uebereinstimmung auch über dem Siedepunkte sehr grofs ist, zeigt die Beobachtung bei 120° R., wo das Mittel aus Christian's und Ure's Beobachtung nur um 0,19''' abweicht, welches nicht den 8000sten Theil des Werthes der gefundenen Expansion selbst beträgt. Berechnen wir nach der zweiten Formel die Temperaturen zu den Expansionen, welche Taylor in seinen Versuchen gefunden hat, und denen Biot einen Vorzug vor den Dalton'schen zu geben geneigt ist, so finden wir folgende Resultate:

Beobachtete Expansion.	Beobachtete Temperatur.	Reduction auf Wärmegrade.	Berechnete Wärmegrade.	Differenz.
0,7617ᵐ	100° C.	99°,02	100°,06	+1,04
1,4520	120	118,35	118,66	+0,21
1,9590	130	127,98	127,96	—0,02
2,6361	140	137,63	137,62	—0,01
3,5118	150	147,25	147,42	+0,17
4,5592	160	156,75	156,75	+0,00

Bei der Berechnung der dritten Spalte ist der letzte Versuch als genau übereinstimmend vorausgesetzt, und danach die Bestimmung der wahren Wärmezunahme gemacht worden. Es geben nämlich 160° C. eigentlich 158,36° der wahren Wärmezunahme. Da aber der beobachteten Expansivkraft nach der Formel 156,75° entsprechen, so sind die Thermometergrade in der Voraussetzung reducirt, dafs 158°,36 des Taylor'schen Thermometers (nach der Reduction) eben so grofs sind wie 156,75° wahrer Wärmezunahme. Man sieht, dafs unter dieser Voraussetzung alle Versuche über dem Siedepunkte sehr gut übereinstimmen. Nur der Siedepunkt selbst stimmt mit der Formel nicht gut überein und giebt die Differenz beinah eines Grades; was einiges Mifstrauen entweder gegen diesen Versuch oder gegen die Genauigkeit des angewandten Thermometers einflöfst.

Auf diese Art wird uns unsere Formel selbst ein Mittel zur genauen Vergleichung der bei den Versuchen angewandten Thermometer. Einen auffallenden Beweis davon giebt die Vergleichung der Versuche von Tobias Mayer.

Richtet man die obige Formel so ein, dafs man t in Reaumurschen Graden eines Thermometers bestimmt, das bei 336''' Par. Barometerstand regulirt ist, so mufs zunächst $e = 336''' = 0{,}75796$ Met. annehmen, dann findet man nach der zweiten Formel $t = 99{,}9291$. Es wird *daher ein* solches Thermometer 80° zeigen, wenn das

Centesimalthermometer 99,9291° zeigt; folglich beträgt 1° R. nur 1,249114° Cent. Da nun $\omega = 266\frac{2}{3}$° C. ist; so werden wir in 80theiligen Graden erhalten $\omega = 213{,}4878$. Setzen wir nun diesen Werth in die allgemeine Formel, so erhalten wir, wenn $b = 336'''$ und $n = 80$ gesetzt wird, folgende beiden Ausdrücke:

$$\text{Log. } e = 0{,}3506511 + \frac{7{,}9817243\, t}{213{,}4878 + t}$$

$$t = 213{,}4878 \frac{\text{Log. } e - 0{,}3506511}{8{,}3323754 - \text{Log. } e}.$$

Diese beiden Formeln geben für ein genau regulirtes 80theiliges Thermometer, und Pariser Linien, die betreffenden Temperaturen und Expansionen an, und nach der ersten ist die letzte Spalte der zuerst aufgestellten Tabelle berechnet.

Tobias Mayer stellte zwei Versuche an, um durch genaue Erforschung der Elasticität des Dunstes die Constanten der bekannten von ihm entwickelten Formel zu bestimmen (neue Gehler II. S. 339.). Sie sind in folgender Uebersicht mit meiner Berechnung zusammengestellt.

Quecksilberthermometer.	Expansion.	Reduction auf Luftwärme.	Berechnung der Wärme.
93° R.	614,4''' Par.	92,69	93,88
105	974,4	104,38	105,40

Die ersten beiden Spalten enthalten die unmittelbaren Beobachtungen, die dritte enthält die Reduction der Grade des Quecksilberthermometers auf das Luftthermometer. Mit dieser müfste die vierte Spalte übereinstimmen, wenn die Versuche und die Formel vollkommen richtig wären. Die Gröfsen weichen aber um mehr als einen Grad ab. Wäre diefs ein Fehler des Thermometers, so müfste dasselbe den Siedepunkt nach dem ersten Versuch offenbar bei $\frac{93{,}88}{92{,}69} \cdot 80° = 81{,}03°$ und nach dem

zweiten Versuche bei $\frac{105,40}{104,38}.80 = 80,79^\circ$ R. gehabt haben. Beide Angaben weichen nur um 0,24° von einander ab. Es folgt also aus unserer Berechnung, dafs der Siedepunkt des angewandten Thermometers etwa bei 80,91 im Mittel, also *höher* zu setzen ist als 80°. Hiemit stimmt Lichtenberg's Angabe (Gilb. Ann. XIV. S. 279.) der den Siedepunkt bei Mayer's Thermometer mit $82\frac{1}{2}^\circ$ bezeichnet fand; wo freilich die Barometerangabe fehlt, auf welche sich die Zahl $82\frac{1}{2}$ bezieht. Es deutet aber darauf hin, dafs die Grade des Mayer'schen Thermometers zu grofs waren, was unsere Rechnung auch beweist, obgleich sie auf eine geringere Abweichung hindeuten.

Aus dem bisher Gesagten geht so viel hervor, dafs die gegebene Formel gewifs auf 20° zu beiden Seiten des Siedepunktes genau mit der Erfahrung übereinstimme. Wir haben dasselbe auch von den Graden zu beiden Seiten des Gefrierpunktes zu zeigen. Die Differenz der Thermometer ist hier von geringem Einflufs, da die Expansionen hier nicht um so bedeutende Gröfsen verschieden sind, wie in der Nähe des Siedepunktes bei kleinen Temperaturveränderungen der Fall ist. Die Tabelle, welche wir zuerst aufgestellt haben, zeigt zwischen 0 und 10° grofse Uebereinstimmung. Es wird dieselbe aber auch durch folgende Versuche von Gay-Lussac, Muncke und mir hinreichend bestätigt; in deren Aufführung ich die Expansionen nur bis zu Hunderteln der Linie angegeben habe. Die erste Spalte enthält die Anfangsbuchstaben des Namens der Experimentatoren.

No.	t.	e.	e'.	d.
G.	—15,7	0,60	0,52	—0,08
M.	10,0	1,08	0,91	—0,17
A.	5,3	1,51	1,41	—0,10
M.	5,0	1,51	1,44	—0,07
M.	0,0	2,04	2,24	+0,20
A.	0,0	2,24	2,24	0,00
A.	+ 4,2	3,35	3,20	—0,15
M.	5,0	3,31	3,41	+0,10
A.	8,4	4,51	4,51	0,00
M.	10,0	5,36	5,28	—0,08
A.	10,2	5,06	5,20	+0,04
A.	12,0	5,71	5,96	+0,25
A.	14,2	6,81	7,07	+0,26
M.	15,0	8,10	7,41	—0,59
A.	16,0	8,07	8,08	+0,01
M.	20,0	11,50	10,72	—0,78
A.	21,8	12,29	12,31	+0,02

Eine Abweichung, die nicht $\frac{1}{10}$ Linie übersteigt, kann lich unbeachtet bleiben, weil der Beobachtungsfehler rgl. n. Gehler II. S. 340.) *) hier viel gröfser seyn ın. Demnach würden unter den siebzehn angeführten obachtungen 10 vollständig mit der Formel übereinnmen. Die übrigen weichen nicht über eine halbe ie ab; und zwar haben Muncke's Versuche da die fsesten Abweichungen, wo sich in den meinigen vollnmene Uebereinstimmung zeigt. Ich habe diese Verhe im Winter 1825 zu 26 mit der a. a. O. beschrieıen Geräthschaft gemacht, und unter sehr vielen nur jenigen hier als zuverlässig aufgeführt, die in mehre- Beobachtungen des kleinen Heberbarometers so überstimmende Resultate geben, dafs die Abweichung vom ttel nicht über $\frac{2}{10}$ Linien beträgt. Wie sehr diese ılen gröfstentheils mit den Dalton'schen übereinstim-

*) Es ist am ang. Orte, Z. 16., bei der Angabe des Gay-Lussacschen Versuches *C* mit *R* zu vertauschen. Der Versuch ist bei —15,7° R. gemacht, wie aus Biot *Precis élem.* hervorgeht.

men, habe ich dort auch schon angedeutet. Mit diesen Versuchen stimmt die Formel auch so genau überein, daſs die gröſseste Abweichung +0,26‴ beträgt. Die Mittelzahl der Abweichung beträgt bei den 9 Versuchen von mir +0,052, bei den sieben Versuchen von Muncke —0,239, bei allen siebzehn Versuchen —0,079‴; so daſs wir auch hier der Formel eine genaue Uebereinstimmung mit den Versuchen zuzuschreiben genöthigt sind. Es mag hier auch noch einer der ersten Versuche dieser Art von Cavendish (1760) erwähnt werden, der bei 72° Fahr. =17,78° R. eine Expansion von 9‴ fand, wo unsere Formel 9,21‴ giebt (vergl. n. Gehler II. S. 316.). Desgleichen wird hier ein nicht ohne Sorgfalt angestellter Versuch von Volta eine Stelle verdienen (vergl. Jahrbuch d. Chem. von Schweigger etc. 1828. Heft 1. S. 99.). Dieser fand bei 64° R. die Expansion 13 Zoll =156‴. Unsere Formel giebt 155,44‴, also nur eine Abweichung von 0,56‴. — Zu 58″=696‴ fand er die Temperatur 96°=95,624° Wärmezunahme. Unsere Formel giebt 96,91. Die von ihm gefundene Expansion ist in beiden Fällen etwas zu groſs. Doch ist möglich, daſs er die im Versuch, den er a. a. O. nicht genauer beschreibt, gefundenen Expansionen etwas verändert hat, damit er das Gesetz darin auffände, daſs für jede 16° die Zunahme des Druckes sich verdoppele, denn für die 16° unter 80° ist der Druckunterschied nach Volta 15 Zoll, und für die 16° über 80° ist derselbe 30 Zoll. Eine leichte Rechnung zeigt aber, daſs dieſs nicht das rechte Gesetz seyn kann; weil es auf eine Reihe führt, in der die Quotienten jedes Gliedes durch das vorhergehende immer zunehmen, da doch, wie oben an dem Werthe von m gezeigt wurde, alle Versuche auf eine Abnahme derselben hinführen. Merkwürdig wäre es immer, Volta's Versuchsreihe genauer zu kennen, durch die er unter andern vor Dalton auf das viel besprochene Gesetz geführt wurde, daſs die Expansionsmaxima ver-

schiedener Dünste gleich sind, wenn die zugehörigen Temperaturen gleich weit von den Siedepunkten der Flüssigkeiten abstehen, aus denen die Dünste entstanden sind; daſs also ein Grad Wärme bei einer Dunstart dieselbe Veränderung hervorbringe, wie bei einer anderen von ihr ganz verschiedenen, sobald sie nur dieselbe Expansion hat. Ein Gesetz, dem nur eine annähernde Uebereinstimmung mit der Erfahrung beigelegt werden kann.

Zum Beschluſs fügen wir eine genaue Berechnung der Expansionszahlen nach unserer Formel hinzu. Die Angaben des Thermometers *t* sind 80theilige Wärmegrade und die Angaben der Expansion *e* Pariser Linien bis auf Temperaturen über 200°, wo dieselben nach Atmosphären bestimmt sind.

t.	*e.*	*t.*	*e.*	*t.*	*e.*	*t.*	*e.*
—29°	0,125‴	—19°	0,372‴	—9°	0,999‴	0°	2,242‴
—28	0,140	—18	0,415	—8	1,096	1	2,444
—27	0,156	—17	0,457	—7	1,202	2	2,659
—26	0,175	—16	0,506	—6	1,349	3	2,892
—25	0,196	—15	0,572	—5	1,443	4	3,144
—24	0,219	—14	0,617	—4	1,578	5	3,407
—23	0,244	—13	0,681	—3	1,725	6	3,706
—22	0,271	—12	0,750	—2	1,884	7	4,018
—21	0,302	—11	0,826	—1	2,056	8	4,388
—20	0,342	—10	0,908	—0	2,242	9	4,716

t.	*e.*	*t.*	*e.*	*t.*	*e.*	*t.*	*e.*
10°	5,103‴	20°	10,72‴	30°	21,58‴	40°	40,75‴
11	5,518	21	11,62	31	23,05	41	43,31
12	5,963	22	12,48	32	24,60	42	46,00
13	6,439	23	13,39	33	26,25	43	48,84
14	6,948	24	14,36	34	28,00	44	51,83
15	7,410	25	15,39	35	29,85	45	54,98
16	8,075	26	16,47	36	31,80	46	58,29
17	8,697	27	17,65	37	33,86	47	61,78
18	9,360	28	18,88	38	36,03	48	65,43
19	10,068	29	20,19	39	38,33	49	69,29

t.	e.	t.	e.	t.	e	t.	e.
50°	73,33'''	60°	126,4'''	70°	209,7'''	80°	336,0'''
51	77,56	61	133,2	71	219,9	81	351,6
52	82,03	62	140,3	72	231,0	82	367,8
53	86,71	63	147,7	73	242,4	83	384,7
54	91,62	64	155,4	74	254,4	84	401,7
55	96,76	65	163,5	75	266,5	85	419,8
56	102,2	66	172,0	76	279,3	86	439,2
57	107,8	67	180,8	77	292,7	87	458,8
58	113,7	68	190,0	78	306,6	88	479,0
59	119,9	69	199,4	79	321,0	89	500,1

t.	e.	t.	e.	t.	e.	t.	e.
90°	522,0'''	100°	788,4'''	110°	1161'''	120°	1670'''
91	543,4	101	820,4	111	1205	121	1730
92	568,1	102	853,5	112	1251	122	1791
93	592,4	103	887,7	113	1298	123	1854
94	617,7	104	923,1	114	1346	124	1920
95	643,7	105	959,6	115	1396	125	1987
96	670,7	106	997,3	116	1448	126	2056
97	698,6	107	1036	117	1501	127	2118
98	727,5	108	1077	118	1552	128	2200
99	757,5	109	1118	119	1612	129	2275

t.	e.	t.	e.	t.	e.	t.	e.
130°	2352'''	140°	3250'''	150°	4410'''	160°	5888'''
131	2463	141	3353	151	4543	161	6055
132	2513	142	3459	152	4679	162	6267
133	2597	143	3568	153	4818	163	6402
134	2684	144	3679	154	4960	164	6581
135	2771	145	3793	155	5105	165	6764
136	2862	146	3911	156	5255	166	6952
137	2955	147	4031	157	5408	167	7144
138	3051	148	4154	158	5564	168	7339
139	3151	149	4281	159	5724	169	7539

t.	e.	t.	e.	t.	e.	t.	e. in Atmosph.
70°	7744'''	180°	10044'''	190°	12859'''	200°	48,24
71	7952	181	10300	191	13172	250	134,8
72	8186	182	10563	192	13488	300	306,4
73	8384	183	10830	193	13816	400	1068
74	8606	184	11103	194	14147	500	2617
75	8833	185	11381	195	14483	600	5145
76	9065	186	11666	196	14828	700	8722
77	9303	187	11955	197	15178	800	13323
78	9544	188	12252	198	15535	900	18868
79	9791	189	12552	199	15898	1000	25224

I. *Berechnung der von dem Monde bewirkten atmosphärischen Fluth.*

Aus einer Abhandlung des Hrn. Bouvard über die im Pariser Observatorio angestellten meteorologischen *Beobachtungen*, in den *Mémoires de l'académie royale des Sciences. T. VII. p.* 267.].

In der *Mécanique céleste, Tom. V. p.* 237., und in den Zusätzen zur *Connaissance des tems* für 1826 hat Hr. Laplace *) zur Berechnung der Wirkung des Mondes auf die Atmosphäre die folgende, aus seiner Theorie der Ebbe und Fluth genommene Formel gegeben:

$$R\cos\left[2nt + 2\pi - 2mt - 2(m't - mt) - 2\lambda\right] \quad . \; . \; (1)$$

*) Nicht überflüssig ist es wohl, aus dieser früheren Abhandlung des grofsen Mathematikers einige Sätze herauszuheben, theils weil sie zu dem gegenwärtigen Aufsatze des Hrn. Bouvard als Einleitung dienen können, theils auch, weil sie einen indirecten Beweis von der Richtigkeit des Laplace'schen Satzes geben, dafs zur genaueren Ermittlung der Zeit und Gröfse der atmosphärischen Monds-Fluth eine sehr grofse Anzahl von Beobachtungen erforderlich ist. Vergleicht man nämlich die Resultate, zu denen Laplace in diesem älteren Aufsatze gelangt ist, mit denen, welche gegenwärtig Hr. Bouvard aufstellt, so ergiebt sich daraus, dafs eine nur um drei Jahre verlängerte Beobachtungsreihe, eine etwas verschiedene Benutzung der Beobachtun-

In dieser Formel sind R und λ unbestimmte Constanten; R hängt von der Wirkung des Mondes auf die Atmosphäre ab, und λ von der Zeit des Maximums der

gen, und eine etwas abgeänderte Berechnung derselben, die Gröfse der Mondes-Fluth auf mehr als ein Drittel ihres früheren Werthes herabgesetzt, und die Zeit des Maximums derselben am Tage der Syzygie um mehr als eine Stunde verschoben hat. Auch mufs dieser Vergleich nothwendig die Bedenken gegen die Richtigkeit der von Hrn. Flaugergues aufgestellten Sätze (dies. Annal. Bd. 88. S. 312.) erhöhen, obwohl es vielleicht ungerecht wäre sie gänzlich zu verwerfen, wenigstens so weit sie unmittelbares Ergebnifs der Beobachtung sind. — Folgen wir jetzt Laplace.

Die atmosphärische Fluth, sagt derselbe in den *Ann. de chim. et de phys. XXIV. p.* 281., wird von folgenden drei Ursachen erzeugt: 1) Von der directen Wirkung der Sonne und des Mondes auf die Atmosphäre, 2) von der periodischen Hebung und Senkung des Weltmeers, als der beweglichen Basis der Atmosphäre, und 3) von der Anziehung, die das Meer, dessen Gestalt sich periodisch ändert, auf die Atmosphäre ausübt. Diese drei Ursachen entspringen aus denselben Anziehungskräften der Sonne und des Mondes; sie haben also, gleich wie ihre Wirkungen, die nämlichen Perioden wie diese Kräfte, gemäfs dem Principe, worauf ich meine Theorie der Meeresfluth gegründet habe. Die atmosphärische Fluth ist also gleichen Gesetzen unterworfen, wie die Meeresfluth; sie ist wie diese die Vereinigung zweier partieller Fluthen, von denen eine durch die Wirkung der Sonne, und die andere durch die Wirkung des Mondes erzeugt ist. Die Periode der atmosphärischen Sonnen-Fluth ist ein halber Sonnen-Tag, und die der Mondes-Fluth ist ein halber Monds-Tag. Da, zu *Brest*, die Wirkung des Mondes auf das Meer drei Mal so grofs ist, wie die der Sonne, so ist die atmosphärische Monds-Fluth wenigstens doppelt so grofs wie die Sonnen-Fluth. Diese Betrachtungen müssen uns leiten, sowohl bei der Auswahl der zur Bestimmung so kleiner Gröfsen geeigneten Beobachtungen, als auch bei der Art sie zu combiniren, um sie so viel wie möglich dem Einflusse der Ursachen zu entziehen, von welchen die grofsen Barometerschwankungen herrühren,

Der von der Sonnen-Fluth bedingte Barometerstand kehrt an jedem Tage zu derselben Stunde wieder; diese Fluth fällt *also mit* der täglichen Variation, welche sie modificirt, zusam-

Monds-Fluth am Tage der Syzygie *mt* ist die mittlere Bewegung der Sonne während der Zeit *t*; *m't* die mittlere Bewegung des Mondes während derselben Zeit; *nt* ist

men, und man kann sie daher nicht unter den auf der Pariser Sternwarte gemachten Beobachtungen erkennen. Diefs ist nicht bei den Barometerständen der Fall, die von der Monds-Fluth herrühren; denn diese richten sich nach den Monds-Stunden, und werden daher erst nach Verlauf eines halben Monats dieselben zu denselben Sonnen-Stunden. Es ist also am vortheilhaftesten, die erwähnten Beobachtungen von halbem zu halbem Monat zu vergleichen, um die Monds-Fluth nachzuweisen. Wenn z. B. am Tage der Syzygie das *Maximum* dieser Fluth um 9 Uhr Morgens eintritt, wird das *Minimum* derselben auf 3 Uhr Nachmittags fallen. Das Gegentheil wird am Tage der Quadratur statt finden. Diese Fluth wird also die tägliche Variation am ersteren Tage vergröfsern, und die am letzteren Tage vermindern, und der Unterschied zwischen diesen Variationen wird das Doppelte des Betrages der atmosphärischen Monds-Fluth seyn. Allein das Maximum dieser Fluth fällt in der Syzygie nicht auf 9 Uhr Morgens, und man mufs daher, zur Bestimmung ihrer Gröfse und der Stunde ihres Eintretens, die Barometerbeobachtungen anwenden, welche an jedem Tage, sowohl in der Syzygie wie in der Quadratur, um 9 Uhr Morgens, am Mittage und um 3 Uhr Abends gemacht worden sind. Man kann auch die Beobachtungen von einer gleichen Anzahl der Tage gebrauchen, welche diesen Phasen vorangehen oder folgen, und zur Bestimmung so delicater Elemente die Beobachtungen des ganzen Jahres hinzuziehen.

Man mufs hier eine wichtige Bemerkung machen, ohne welche es unmöglich seyn würde, eine so kleine Gröfse, wie die Monds-Fluth, unter den grofsen Variationen des Barometers zu erkennen. Je näher die Beobachtungen einander liegen, desto unmerklicher ist die Wirkung dieser Variationen. Bei einem Resultate, welches aus Beobachtungen von einem Tage geschlossen ist, und in dem kurzen Zeitraum von 6 Stunden, ist sie fast Null. Das Barometer ändert sich fast immer mit zu grofser Langsamkeit, um nicht die Wirkung dieser regelmäfsigen Ursachen merklich zu stören. Deshalb ist das mittlere Resultat der täglichen Variationen eines jeden Jahres immer sehr nahe dasselbe, obgleich unter den absoluten Mittelständen des Barometers von verschiedenen Jahren Unterschiede von mehreren Millimetern vorhanden sind; so dafs, wenn man den mittleren Stand um

die Umdrehungszeit der Erde, und π die geographische Länge des Ortes, an welchem die Beobachtungen gemacht worden sind. Alle diese Gröfsen sind vom Frühlings-

9 Uhr Morgens von einem Jahre mit dem mittleren Stand um 3 Uhr Nachmittags von einem andern Jahre vergleicht, man oft eine sehr fehlerhafte tägliche Variation, und zuweilen sogar eine vom umgekehrten Zeichen mit der wahren, haben würde. Es ist also wichtig zur Bestimmung sehr kleiner Gröfsen, dafs man sie aus den am nämlichen Tage gemachten Beobachtungen ableite, und aus einer grofsen Anzahl so erhaltener Werthe ein Mittel nehme. Man kann also die Monds-Fluth nur durch ein System von Beobachtungen bestimmen, welche, an jedem Tage, wenigstens zu drei verschiedenen Stunden angestellt sind, übereinstimmend mit dem auf der Pariser Sternwarte befolgten Systeme.

Hr. Bouvard hat die Güte gehabt, aus seinen Registern die Barometerstände auszuziehen, welche am Tage jeder Syzygie und jeder Quadratur, am Tage vor diesen Phasen, und am ersten und zweiten ihnen folgenden Tagen angestellt worden sind. Sie umfassen die acht Jahre vom 1. Oct. 1815 bis zum 1. Oct. 1823. Ich habe nur die Beobachtungen von 9 Uhr Morgens, Mittags, und 3 Uhr Nachmittags gebraucht, und dagegen die von 9 Uhr Abends nicht angewandt, um so viel wie möglich den Zwischenraum der Beobachtungen zu verringern. Ueberdiefs sind die von den ersten drei Stunden genauer zu der festgesetzten Zeit gemacht, als die von 9 Uhr Abends; und da das Barometer zu jenen ersten Stunden durch das Tageslicht beleuchtet ist, so verschwindet der Unterschied, der von den verschiedenen Beleuchtungsweisen dieses Instrumentes entstehen kann. Aus dem Vergleiche meiner Formeln mit dem Resultate dieser zahlreichen Beobachtungen, welche 1584 Tage entsprechen, habe ich für die Gröfse der Monds-Fluth ein Achtzehntel Millimeter gefunden, und für die Zeit ihres Maximums des Abends, am Tage der Syzygie, 3 Uhr und ein Drittel.

Hier vor allem macht sich die Nothwendigkeit fühlbar, dafs man eine sehr grofse Zahl von Beobachtungen anwende, dafs man sie auf die vortheilhafteste Weise combinire, und dafs man eine Methode habe, um die Wahrscheinlichkeit zu bestimmen, dafs der Fehler der erhaltenen Resultate in enge Gränzen eingeschlossen sey; eine Methode, ohne welche man in den Fall kommen könnte, die Wirkungen unregelmäfsiger Ursachen für Gesetze der Natur auszugeben, wie es oft in der Meteorologie geschieht. Ich habe diese Methode in meiner Theorie der Wahr-

æquinoctium gezählt; hienach ist $nt+\pi-mt$ offenbar der Stundenwinkel der Sonne, gezählt vom Mittage; er sey mit h bezeichnet. Die Betrachtung einer grofsen Zahl von Beobachtungen gestattet die Voraussetzung, dafs die Syzygie auf den Mittag falle, als mittlere Epoche der Stunden aller angewandten Syzygien. Man kann gleichfalls voraussetzen, dafs die Declination des Mondes Null

scheinlichkeit gegeben. Durch Anwendung derselben auf die Beobachtungen habe ich das Gesetz der Anomalien bei der täglichen Variation des Barometers bestimmt, und ich habe gefunden, dafs man, ohne einige Unwahrscheinlichkeit, das vorhergehende Resultat nicht allein diesen Anomalien zuschreiben kann. Es ist wahrscheinlich, dafs die atmosphärische Monds-Fluth die tägliche Variation zur Zeit der Syzygien verringert und zur Zeit der Quadraturen vergröfsert, aber innerhalb solcher Gränzen, dafs diese Fluth den Barometerstand nur um ein Achtzehntel Millimeter in plus oder minus schwanken macht. Diefs beweist, wie gering, unter der Breite von Paris, die Wirkung des Mondes auf die Atmosphäre ist. Obgleich diese Resultate aus 4752 Beobachtungen abgeleitet sind, so zeigt doch die erwähnte Methode, dafs, um ihnen eine hinreichende Wahrscheinlichkeit zu geben, und um ein so kleines Element, wie die atmosphärische Monds-Fluth, mit Genauigkeit zu erhalten, man wenigstens 40000 Beobachtungen anzuwenden habe.

Welchen Einflufs haben aber respective die erwähnten drei Ursachen der atmosphärischen Fluth auf die Monds-Fluth? Diefs ist schwer zu beantworten. Die geringe Dichte des Meeres in Bezug auf die mittlere Dichte der Erde gestattet nicht, der periodischen Gestaltsveränderung des Meeres einen merklichen Einflufs zuzuschreiben. Ohne die Hülfsumstände würde, in unsern Breiten, die directe Wirkung des Mondes unmerklich seyn. Zwar haben diese Umstände einen grofsen Einflufs auf die Höhe der Fluth in unseren Häfen, allein da das atmosphärische Fluidum weit weniger unregelmäfsig über die Erde verbreitet ist, so mufs der Einflufs derselben auf die atmosphärische Fluth weit geringer seyn, als auf die Meeres-Fluth. Diese Betrachtungen führen mich darauf, in unsern Breiten, die periodische Hebung und Senkung des Weltmeeres als Hauptursache der atmosphärischen Monds-Fluth anzusehen. Tägliche Barometerbeobachtungen in Häfen, wo die Fluth eine grofse Höhe erreicht, würden diesen sonderbaren Punkt in der Meteorologie aufklären.

oder sehr klein sey, weil, wie man bald sehen wird, die Wirkung des Mondes ungemein schwach ist. Zur Vereinfachung werden wir überdiefs $q = m't - mt$ setzen; q ist der Unterschied zwischen den täglichen Bewegungen des Mondes und der Sonne, oder die synodische Bewegung, welche die astronomischen Tafeln kennen lehren. Die obige Formel verwandelt sich dadurch in folgende:

$$R\cos(2h - 2q - 2\lambda) \ldots\ldots (2)$$

und diese werden wir anwenden, um den Einflufs des Mondes auf den Barometerstand zu bestimmen.

Am Tage der Syzygie, am Mittage, sind der Stundenwinkel und die synodische Bewegung Null, weil diese Winkel vom Mittage ab gezählt sind; man hat also $h = 0$ und $q = 0$, und die obige Formel wird für diesen Fall:

$$R\cos(-2\lambda) = R\cos 2\lambda.$$

Um 9 Uhr Morgens ist der Stundenwinkel 90°, negativ genommen; q ist gleichfalls negativ, mithin wird die Formel für diesen Augenblick:

$$R\cos[-270^\circ - (2\lambda - \tfrac{1}{4}q)] \text{ oder } -R\sin(2\lambda - \tfrac{1}{4}q);$$

endlich hat man für drei Uhr Nachmittags:

$$R\cos[90^\circ - (2\lambda + \tfrac{1}{4}q)] \text{ oder } R\sin(2\lambda + \tfrac{1}{4}q).$$

Die drei Ausdrücke für den Tag der Syzygie sind also:

um 9 Uhr Morgens . $-R\sin(2\lambda - \tfrac{1}{4}q)$
um Mittag . . . . $+R\cos 2\lambda$
um 3 Uhr Nachmittags $+R\sin(2\lambda + \tfrac{1}{4}q)$.

Bezeichnet man nun mit A, A' und A'' die Barometerstände, welche zu diesen Zeiten beobachtet worden sind, und mit C, C' und C'' die Barometerstände, welche ohne den Einflufs des Mondes statt gefunden haben würden, so hat man die folgenden drei Gleichungen:

$$C - R\sin(2\lambda - \tfrac{1}{4}q) = A \ldots\ldots (a)$$

$$C' + R\cos 2\lambda = A' \ldots\ldots\ldots (b)$$

$$C'' + R\sin(2\lambda + \tfrac{1}{4}q) = A'' \ldots\ldots (c)$$

Man kann zu dieser Untersuchung auch die zu den Quadraturen gemachten Beobachtungen anwenden, indem

man dabei gleichfalls annimmt, dafs, wie bei den Syzygien, der mittlere Augenblick aller Quadraturen auf den Mittag fällt. Erwägt man, dafs am Mittage der Stundenwinkel 90° beträgt, und dafs die synodische Bewegung Null ist, so wird die Formel (2) werden:

für den Mittag . . $R\cos(180^\circ-2\lambda)=-R\cos 2\lambda$
für 9^h Morgens . . $R\cos[90^\circ-(2\lambda-\frac{1}{4}q)]=R\sin(2\lambda-\frac{1}{4}q)$
für 3^h Abends $-R\sin(2\lambda+\frac{1}{4}q)$.

Es seyen B, B', B'' die Barometerstände für diese drei Zeitpunkte, und es werde auch angenommen, dafs die beobachteten Barometerstände denen gleich seyen, die zu den Syzygien beobachtet wurden, so hat man für die Quadraturen die folgenden drei Gleichungen:

$$C+R\sin(2\lambda-\tfrac{1}{4}q)=B \quad \ldots\ldots (a')$$
$$C'-R\cos 2\lambda=B' \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (b')$$
$$C''-R\sin(2\lambda+\tfrac{1}{4}q)=B'' \quad \ldots\ldots (c')$$

Es handelt sich nun darum, diese beiden Systeme von Gleichungen so zu combiniren, dafs man aus ihnen den Werth von R und λ ziehe. Addirt man die Gleichungen (a') und (c), und zieht davon die Summe der Gleichungen (a) und (c') ab, so erhält man:

$$4R\sin 2\lambda\cos\tfrac{1}{4}q=B+A''-A-B'' \quad \ldots\ldots (3)$$

Vom Doppelten der Gleichung (b) ziehe man das Doppelte der Gleichung (b') ab; die Differenz wird seyn:

$$4R\cos 2\lambda=2A'-2B'.$$

Endlich ziehe man von der Summe der Gleichungen (a') und (c') die Summe der Gleichungen (a) und (c) ab, so kommt:

$$-4R\cos 2\lambda\sin\tfrac{1}{4}q=B+B''-A-A''.$$

Vereinigt man diese beiden letzten Ausdrücke, so hat man:

$$4R\cos 2\lambda(1-\sin\tfrac{1}{4}q)=2A'+B+B''-2B'-A-A'' \ldots (4)$$

Die Gleichungen (3) und (4) geben den Werth der beiden Unbekannten, in Function der Gröfsen, welche durch die Beobachtungen am Tage der Syzygie und an dem der Quadratur geliefert werden.

Aber hier, wie in der Theorie der Meeres-Fluth, kann man auch die Beobachtungen von Tagen vor und nach diesen beiden Phasen anwenden; und um die Formeln allgemeiner zu machen, reicht es hin, den Winkel 2λ um das Glied $2iq$ zu vermehren; alsdann seyen die Gröfsen A, A', ... B, B', ... bezeichnet durch A_i, A'_i ... B_i, B'_i.., wo i negativ ist für die Tage, welche der Syzygie und der Quadratur vorhergehen, und positiv für die darauf folgenden Tage. Die Gleichungen (3) und (4) werden dann zu folgenden:

$$4R\cos\tfrac{1}{4}q\sin(2\lambda+2iq)=A''_i+B_i-A_i-B''_i,$$

$$4R(1-\sin\tfrac{1}{4}q)\cos(2\lambda+2iq)=2A'_i+B_i+B''_i-2B'_i-A_i-A'''_i.$$

Macht man zur Abkürzung:

$$4R\sin 2\lambda=x;\quad 4R\cos 2\lambda=q$$

$$e_i=\frac{A''_i+B_i-A_i-B''_i}{\cos\frac{1}{4}q}$$

$$f_i=\frac{2A'_i+B_i+B''_i-2B'_i-A_i-A'''_i}{1-\sin\frac{1}{4}q}$$

so erhält man die beiden Endgleichungen:

$$x\cos 2iq+y\sin 2iq=e_i$$

$$y\cos 2iq-x\sin 2iq=f_i.$$

Deren Auflösung giebt:

$$x=e_i\cos 2iq-f_i\sin 2iq$$

$$y=f_i\cos 2iq+e_i\sin 2iq.$$

Aehnlicher Gleichungen kann man so viele bilden, als es Syzygien und Quadraturen giebt, und als i verschiedene Werthe hat. Nennt man n die Anzahl der angewandten Syzygien und Quadraturen, und s die Anzahl der Werthe von i, so hat man ns Werthe von x und ns Werthe von y, aus welchen man nun diejenigen ableitet, welche am vortheilhaftesten sind, d. h. die deren mittlerer möglicher Fehler in plus oder minus der kleinste ist.

In einer Abhandlung, die unter den Zusätzen zur *Connaissance des tems* für 1830 gedruckt ist, hat Hr. *Laplace* sich auf's Neue mit der Lösung dieser Aufgabe be-

beschäftigt, und sie auf die Theorie der Wahrscheinlichkeiten gegründet. Er zeigt daselbst, dafs die obigen Werthe von x und y in folgende, die vortheilhaftesten Bedingungen erfüllende, Werthe verwandelt werden müssen.

$$\left.\begin{aligned} x &= \frac{\sum\left(\frac{e_1 \cos 2iq - f_1 \sin 2iq}{1+2{,}324 \sin^2 2iq}\right)}{\sum\left(\frac{1}{1+2{,}324 \sin^2 2iq}\right)}; \\ y &= \frac{\sum\left(\frac{e_1 \sin 2iq + f_1 \cos 2iq}{1+2{,}324 \cos^2 2iq}\right)}{\sum\left(\frac{1}{1+2{,}324 \cos^2 2iq}\right)}; \end{aligned}\right\} \ldots (m)$$

worin das Zeichen Σ die Summe der darauf folgenden Glieder ausdrückt.

Nachdem wir die Formeln zur Berechnung der Wirkung des Mondes auf das Barometer beigebracht haben, bleibt nur noch übrig, zu zeigen, wie wir die Beobachtungen aus den Registern des Observatoriums ausgewählt haben. Die, welche wir für die Syzygien und Quadraturen angewandt haben, sind vom Anfange des Januars 1815 bis zum ersten Januar 1827 angestellt. Während dieses Zeitraumes gab es 298 Syzygien und eben so viele Quadraturen. Jede dieser Phasen ist durch die Beobachtungen von fünf Tagen bestimmt, nämlich durch die von zwei Tagen vor der Phase, durch die vom Tage der Phase selbst, und durch die von zwei Tagen nach der Phase. Die Anzahl dieser regelmäfsig an jedem Tage um 9 Uhr Morgens, am Mittage, und um 3 Uhr Nachmittags gemachten Beobachtungen, beträgt für jede Phase 15, und für sämmtliche zwölf Jahre 8940. Sie finden sich (im Originale) *) in zwei Tafeln, Jahr für Jahr,

*) Wegen Mangels an Raum mufsten diese Tafeln hier fortfallen. Dagegen sind die Mittel der genannten Beobachtungen aus sämmt-

reducirt auf die Temperatur 0°, begleitet von den Resultaten, die sich aus ihnen ergeben. In diesen Tafeln läfst sich die tägliche Periode ebenfalls erkennen. Die Gesammtheit der Beobachtungen giebt als mittleren Werth derselben zur Zeit der Syzygien $0^{mm},778$, und zur Zeit der Quadraturen $0^{mm},782$. Das Mittel dieser beiden Gröfsen, $0^{mm},780$, kommt nahe mit dem Werth überein, der sich für dieses Element aus sämmtlichen (von 1816 bis 1826 zu Paris angestellten) Beobachtungen ergiebt **). Am Schlusse der genannten Tafeln finden sich die mittleren Barometerstände, welche zur Bestimmung der Wirkung des Mondes auf die Atmosphäre gedient haben.

In den vorhergehenden Formeln haben wir mit dem Symbol A_i die mittleren Barometerstände bei den Syzygien bezeichnet, und mit B_i die Stände bei den Quadraturen. Macht man, gemäfs dem oben Gesagten, successiv $i = -2, -1, 0, +1$ und $+2$, so erhält man die folgenden Resultate:

$A_{-2} = 755{,}941$;	$A_{-1} = 756{,}205$;	$A_0 = 756{,}319$
	$A_1 = 756{,}177$;	$A_2 = 756{,}100$
$A'_{-2} = 755{,}623$;	$A'_{-1} = 756{,}016$;	$A'_0 = 755{,}989$
	$A'_1 = 755{,}879$;	$A'_2 = 755{,}845$
$A''_{-2} = 755{,}124$;	$A''_{-1} = 755{,}510$;	$A''_0 = 755{,}396$
	$A''_1 = 755{,}443$;	$A''_2 = 755{,}377$
$B_{-2} = 756{,}644$;	$B_{-1} = 757{,}031$;	$B_0 = 757{,}057$
	$B_1 = 756{,}370$;	$B_2 = 756{,}438$
$B'_{-2} = 756{,}368$;	$B'_{-1} = 756{,}851$;	$B'_0 = 756{,}689$
	$B'_1 = 756{,}079$;	$B'_2 = 756{,}158$
$B''_{-2} = 755{,}918$;	$B''_{-1} = 756{,}403$;	$B''_0 = 756{,}027$
	$B''_1 = 755{,}573$;	$B''_2 = 755{,}711$

lichen 12 Jahren, welche zunächst in Betracht kommen, in der folgenden Tafel enthalten und durch die Buchstaben unterschieden, deren Bedeutung in dem Vorhergehenden angegeben ist. *P.*

**) Aus den arithmetischen Mitteln der Barometerstände um 9^h Morgens, 3^h Nachmittags und 9^h Abends, von 1816 bis 1826, findet Hr. Bouvard zu Paris die tägliche Schwankung von 9^h Morgens bis 3^h Nachmittags $= 0^{mm},756$, und die von 3^h Nachmittags bis 9^h Abends $= 0^{mm},373$. Beides bei 0° C. *P.*

Substituirt man für i seine verschiedenen Werthe in und f_i, so hat man:

$$\left.\begin{array}{l} {}_{2}=A''_{-2}+B_{-2}-A_{-2}-B''_{-2} \\ {}_{1}=A''_{-1}+B_{-1}-A_{-1}-B''_{-1} \\ =A''_0+B_0-A_0-B''_0 \\ =A''_1+B_1-A_1-B''_1 \\ =A''_2+B_2-A_2-B''_2 \end{array}\right\}\times\frac{1}{\cos\frac{1}{4}q}$$

d

$$\left.\begin{array}{l} {}_{2}=2A'_{-2}+B_{-2}+B''_{-2}-2B'_{-2}-A_{-2}-A''_{-2} \\ {}_{1}=2A'_{-1}+B_{-1}+B''_{-1}-2B'_{-1}-A_{-1}-A''_{-1} \\ =2A'_0+B_0+B''_0-2B'_0-A_0-A''_0 \\ =2A'_1+B_1+B''_1-2B'_1-A_1-A''_1 \\ =2A'_2+B_2+B''_2-2B'_2-A_2-A''_2 \end{array}\right\}\times\frac{1}{1-\sin\frac{1}{4}q}$$

Die Gröſse q bezeichnet, wie schon gesagt, die syno sche Bewegung nach den astronomischen Tafeln; sie ben $q=12^\circ\ 11'\ 27''$. Substituirt man diese Werthe in n Tafeln, so findet man:

$$\begin{array}{ll} e_{-2}=-0{,}091129; & f_{-2}=+0{,}007393 \\ e_{-1}=-0{,}067095; & f_{-1}=+0{,}051751 \\ e_0\ =+0{,}107152; & f_0\ =-0{,}032741 \\ e_1\ =+0{,}063090; & f_1\ =-0{,}081324 \\ e_2\ =+0{,}004006; & f_2\ =+0{,}048583. \end{array}$$

Nachdem diese Gröſsen so bestimmt worden sind, aucht man sie nur in den Formeln (m) zu substituiren, ı x und y zu finden. Vor der Ausführung dieser nu- ɛrischen Rechnungen ist es indeſs nöthig die Functionen entwickeln von denen die Werthe dieser Unbekann- ı abhangen.

Nimmt man in diesen Formeln an $i=-2$; $i=-1$; $=0$; $i=1$ und $i=2$, so hat man:

$$\sum\left(\frac{e_i\cos 2iq-f_i\sin 2iq}{1+2{,}324\sin^2 2iq}\right)=\frac{e_{-2}\cos 4q+f_{-2}\sin 4q}{1+2{,}324\sin^2 4q}$$
$$+\frac{e_{-1}\cos 2q+f_{-1}\sin 2q}{1+2{,}324\sin^2 2q}+e_0+\frac{e_1\cos 2q-f_1\sin 2q}{1+2{,}324\sin^2 2q}$$
$$+\frac{e_2\cos 4q-f_2\sin 4q}{1+2{,}324\sin^2 4q};$$

$$\sum\left(\frac{1}{1+2{,}324\,sin^2 2iq}\right)=1+\frac{2}{1+2{,}324\,sin^2 4q}$$
$$+\frac{2}{1+2{,}324\,si}$$

Eben so findet man:

$$\sum\left(\frac{e_i\,sin 2iq+f_i\,cos 2iq}{1+2{,}324\,cos^2 2iq}\right)=\frac{f_{-2}\,cos 4q-e_{-2}\,sin}{1+2{,}324\,cos^2 4q}$$
$$+\frac{f_{-1}\,cos 2q-e_{-1}\,sin 2q}{1+2{,}324\,cos^2 2q}+f_0+\frac{f_1\,cos 2q+e_1}{1+2{,}324\,co}$$
$$+\frac{f_2\,cos 4q+e_2}{1+2{,}324\,cos^2}$$

und

$$\sum\left(\frac{1}{1+2{,}324\,cos^2 2iq}\right)=\frac{1}{3{,}324}+\frac{2}{1+2{,}324\,cos^2}$$
$$+\frac{2}{1+2{,}324\,co}$$

Substituirt man in diesen Formeln die bekannten
fsen, so findet man:

$$\sum\left(\frac{e_i\,cos 2iq+f_i\,sin 2iq}{1+2{,}324\,sin^2 2iq}\right)=+0{,}104697;$$
$$\sum\left(\frac{1}{1+2{,}324\,sin^2 2iq}\right)=+3{,}29667;$$
$$\sum\left(\frac{e_i\,sin 2iq+f_i\,cos 2iq}{1+2{,}324\,cos^2 2iq}\right)=+0{,}030367;$$
$$\sum\left(\frac{1}{1+2{,}324\,cos^2 2iq}\right)=+1{,}97902;$$

woraus man zieht:

$$x=0{,}031758 \text{ und } y=0{,}015344.$$

Um nun die Mondswirkung zu bestimmen, ne
wir wieder die beiden Gleichungen:

$$x=4R\,sin 2\lambda \text{ und } y=4R\,cos 2\lambda,$$

aus denen man zieht:

$$2R=\tfrac{1}{2}\sqrt{x^2+y^2}=0^{mm},01763$$
$$tang.\,2\lambda=\frac{x}{y}=64^\circ\,12'.$$

Diefs giebt $\lambda = 32^\circ\, 6'$. Dieser Bogen, in Zeit verwandelt, giebt 2 Stunden 8 Minuten für den Augenblick der gröfsten Fluth am Tage der Syzygie.

Der Zahlenwerth, welchen wir hier $2R$ gefunden haben, ist so klein, *dafs man den Einflufs des Mondes auf die Atmosphäre, für die Breite von Paris, als unmerklich ansehen kann.* Wahrscheinlich ist er unter dem Aequator beträchtlicher, wo die Barometerstände nicht so stark durch die zufälligen Umstände gestört werden, und wo das Barometer fast keine anderen Variationen als die täglichen Perioden erleidet.

XII. *Notiz über die täglichen Schwankungen des Barometers auf dem grofsen St. Bernhard.*

Aus Hrn. A. von Humboldt's lehrreicher Abhandlung über die täglichen Barometervariationen, welche im vorigen Bande dies. Ann. S. 299. mitgetheilt ist, geht auf das unzweideutigste hervor, dafs in der heifsen Zone die Gröfse dieser Oscillationen sich nur wenig mit der Meereshöhe der Orte ändert, und dafs auf den ausgedehnten Hochflächen des tropischen Amerika's und der indischen Halbinsel die Maxima und Minima zu denselben Stunden eintreten, wie unten an der Küste des Meeres. Grofse Plateaux ändern also nichts oder sehr wenig an der allgemeinen Beschaffenheit dieses merkwürdigen Phänomens. Die Beobachtungen im Kloster auf dem grofsen *Bernhard* schienen jedoch anzudeuten, dafs Orte, die in Pässen oder auf schmalen Gebirgskämmen liegen, wohl eine Ausnahme von der allgemeinen Regel zeigen könnten; wiewohl die Beobachtungsstunden so unzweckmäfsig gewählt worden waren, dafs, wie auch schon Hr. v. Humboldt in jener Abhandlung bemerkt, die Frage, ob die

Oscillationen an solchen Orten mit denen in der l
gleichzeitig geschehen, unentschieden bleiben mufst
Diesem Uebelstande ist aber seit der Zeit ab
fen. Seit dem Anfange des Jahres 1826 beobacht
nämlich auf dem *St. Bernhard*, gleichwie in *Genf*,
Barometer zu den Stunden, welche, wenn auch
genau, doch sehr nahe die mittleren wahren Wende
den für diese Breite seyn müssen, und man darf
den Resultaten dieser Beobachtungen, ihre Rich
vorausgesetzt, wohl einiges Zutrauen schenken,
gleich der Zeitraum von zwei Jahren vielleicht zu
ist, um mit völliger Sicherheit eine allgemeine Fol
aus ihnen herleiten zu können.

Aus diesen Beobachtungen, welche sich in
Biblioth. univers. T. 34. *p.* 37. und *T.* 37. *p.* 16
finden, geht hervor, dafs die täglichen Variationen
Barometers, die zu Genf, nach dem Mittel aus den
ren 1826 und 1827, noch eine Gröfse von 0,355
Lin. besitzen, auf dem St. Bernhard, 1278 Toisen
dem Meere, gänzlich verschwinden. Die Baromete
um 9 Uhr Morgens und 3 Uhr Nachmittags sind
einander fast gleich, oder die letzteren, gegen die
meist um ein Geringes gröfser als die ersten.

Die nachstehenden Tafeln enthalten für beide
tionen die monatlichen Mittel der Barometerstände
9 Uhr Morgens und 3 Uhr Nachmittags, so wie
Differenzen, als Gröfse der täglichen Variationen in
einzelnen Monaten. Die Stände sind auf +10° R.
cirt und in Pariser Linien ausgedrückt. Der Raum
rung wegen sind die ganzen Zolle fortgelassen. Um
absolute Gröfse der Stände zu erhalten, hat man zu
in Genf beobachteten 26 Zoll, und zu den auf dem
Bernhard beobachteten 20 Zoll zu addiren. Das
chen + zeigt an, dafs der Stand um 9 Uhr, wie es
mufs, gröfser ist als der von 3 Uhr Nachmittags;
Zeichen — bedeutet also das Umgekehrte.

ɔbachtungen in Genf, 208,77 Toisen über dem Meere.

	1826.			1827.		
	9h.	3h.	Differenz.	9h.	3h.	Differenz.
ı.	11,042	11,040	+0,002	9,097	9,801	—0,704
br.	13,533	13,308	+0,225	10,643	10,252	+0,391
rz	10,854	10,304	+0,550	10,784	10,475	+0,309
r.	11,389	10,789	+0,600	10,998	10,552	+0,446
i	9,553	9,238	+0,315	9,653	8,980	+0,673
ı.	12,133	11,694	+0,439	10,294	9,652	+0,642
.	11,186	10,766	+0,420	12,375	11,875	+0,500
g.	11,681	11,228	+0,453	11,250	10,801	+0,449
ɔt.	11,225	10,760	+0,465	11,554	10,825	+0,729
t.	11,457	11,018	+0,439	9,814	9,445	+0,369
v.	9,256	8,998	+0,258	11,375	11,000	+0,375
c.	11,005	10,786	+0,219	12,322	11,903	+0,419

ɔbachtungen auf dem St. Bernhard, 1278 Tois. über dem Meere.

	1826.			1827.		
	9h.	3h.	Differenz.	9h.	3h.	Differenz.
ı.	7,60	7,53	+0,07	6,03	6,54	—0,51
br.	10,69	10,74	—0,05	6,86	6,92	—0,06
rz.	8,74	8,73	+0,01	8,15	8,13	+0,02
r.	9,49	9,56	—0,07	9,19	9,30	—0,11
i.	8,62	8,67	—0,05	9,16	9,24	—0,08
ı.	11,70	11,73	—0,03	9,91	9,99	—0,08
.	11,05	11,40	—0,35	12,64	12,65	—0,01
g.	12,45	12,56	—0,11	10,88	10,92	—0,04
ɔt.	11,85	11,47	+0,38	10,70	10,65	+0,05
t.	10,63	10,63	0,00	9,12	9,04	+0,08
v.	6,46	6,59	—0,13	7,92	7,89	+0,03
c.	8,09	8,05	+0,04	9,54	9,52	+0,02

Was die Ursache dieser Anomalie betrifft, so ist es lleicht noch zu früh sich über sie mit Bestimmtheit ausprechen. Möglich ist es indefs, dafs, wie Hr. d'Aubuisn ausführlicher gezeigt hat (dies. Ann. Bd. 67. S. 277.), nahe bis gegen 3 Uhr steigende Erwärmung der unn Luftschichten, zufolge welcher über das Niveau eines

in der Höhe befindlichen Barometers mehr Luft hinauftritt, und dieses Barometer also steigen mufs, bei Punkten, wie das Hospiz auf dem Bernhard, der täglichen Variation schon entgegen wirkt; wenigstens ist diese Annahme wahrscheinlicher als die, dafs daselbst die Maxima und Minima dieser Perioden zu ganz andern Zeiten, als zu den gewöhnlichen, eintreten sollten; eine Annahme, die, in Bezug auf Franecker in Holland, noch ganz kürzlich in der *Biblioth. univers. T.* 37. *p.* 284. vertheidigt wird *). Es verdient übrigens noch bemerkt zu werden, dafs, nach stündlichen Beobachtungen, die Hr. Eschmann auf dem *Rigi*, 5520 Fufs über dem Meer, 14 Tage lang angestellt hat, auch dort die täglichen periodischen Barometerveränderungen nicht mehr sichtbar sind, obgleich sie zu Zürch, nach Hrn. Hofr. Horners Beobachtungen, noch sehr regelmäfsig eintreten (*Bibl. univ. T.* 36. *p.* 316.).

*) Es wird daselbst ein Brief von van Swinden mitgetheilt, worin derselbe als das Resultat seiner Beobachtungen zu Franecker aufstellt, dafs daselbst das Barometer von 6 Uhr Morgens bis 1 oder 2. Uhr Nachmittags steige, und von da bis 6 Uhr Abends sinke, um alsdann wieder zu steigen.

XIII. *Ueber das Erdbeben in den Rhein- und Niederlanden vom 23. Februar 1828; von P. N. C. Egen.*

(Hiezu die Charte Taf. III.)

Eine kleine Reise, die ich gegen Ende Februars mit Hrn. Prof. Hoffmann aus *Berlin* zu machen die Freude hatte, führte mich an die östlichen Gränzpunkte, welche das Erdbeben kurz vorher noch erreicht hatte. Diefs gab die erste Veranlassung, dafs ich mich um weitere Nachrichten über diefs in unseren Gegenden seltnere Naturereignifs angelegentlicher bemühte.

Es ist mir gelungen, über die Verbreitung des Erdbebens in seinen Hauptrichtungen ziemlich vollständige Nachrichten einzuziehen. Theils wurden mir diese durch die rheinischen und niederländischen Zeitungen, theils durch Privat-Correspondenz und mündliche Mittheilungen geliefert. Ich habe nur solche beachtet, die ich für zuverlässig hielt.

Um die Uebersicht zu erleichtern, habe ich auf einer kleinen Charte die Hauptdata des Erdbebens durch Zeichen darzustellen gesucht. Von allen auf der Charte genannten Oertern liegen mir Nachrichten, dafs dort das Erdbeben verspürt worden sey, vor.

Das Erdbeben trat kurz nach 8½ Uhr Morgens ein. Zwei bis 4 Erschütterungen folgten unmittelbar auf einander, so dafs die Gesammt-Dauer nur wenige Secunden betrug. Nach einem Berichte aus *Loewen* soll dort die Dauer eine Minute gewesen seyn; in *Tirlemont* sollen die Stöfse sogar 7 Minuten lang angehalten haben; in *St. Tron* legt man ihnen eine Dauer von 20 Secunden bei. Obgleich es nun möglich ist, dafs an diesen Orten, die im Centrum der Erschütterungen liegen, ihre Dauer länger war, als anderwärts, so möchte doch die Furcht auf obige Angaben den bedeutendern Einflufs ge-

habt haben. In der Regel geben ungeübte Beobachter Gröſse und Zeitdauer von schreckenbringenden Erscheinungen viel zu groſs an. Die gesammelten Erzählungen über Feuer-Meteore liefern dazu vielfache Beweise.

Der Centralpunkt des Erdbebens liegt zwischen den Städten *Brüssel, Loewen, Tron, Glabbeek, Mastricht, Lüttich, Huy, Namur, Waterloo.* Hier wurde das Hausgeräth mit Gewalt von der Stelle gerüttelt; Spiegel, gläserne und porcellanene Gefäſse zerbrachen, Schornsteine stürzten ein; Mauern bekamen Spalten oder wurden ganz niedergeworfen. Die Arbeiter in den Steinkohlengruben um *Lüttich* verlieſsen angstvoll ihre Posten. Man hörte in diesen Gegenden ein dumpfes, unterirdisches Rollen, wie wenn ein schwerer Wagen, die Steine zermalmend, über das Straſsenpflaster führe. Auch zu *Quesnoy* hat man ein schwaches Rollen gehört. Aus *Lüttich* und *Wessem* meldet man, daſs starke Windstöſse unmittelbar auf das Erdbeben folgten. Ich habe diesen Grad der Stärke des Erdbebens auf der Charte mit der Zahl 6 bezeichnet. Die so bezeichneten Oerter nehmen einen eliptischen Raum ein, dessen gröſsere Achse von Osten nach Westen gerichtet ist.

Rings um diesen Raum liegen die Oerter, wo noch das Hausgeräth stark geschüttelt wurde, wo Mauern Risse bekamen, wo aber die Schornsteine nicht mehr einstürzten, Menschen nicht umfielen, und der angerichtete Schaden nur unbedeutend war. Diese Oerter habe ich mit der Zahl 5 bezeichnet.

Im weitern Umkreise liegen die Oerter, wo das Hausgeräth noch in einige Bewegung gerieth; wo überhaupt noch das Erdbeben so stark war, daſs es von jedermann bemerkt wurde. Diese Oerter sind auf der Charte mit 4 bezeichnet.

Es sind die Oerter mit 3 bezeichnet, wo die Erschütterungen so stark waren, daſs die Fenster klirrten, die Hausschellen anschlugen und die meisten Menschen noch die Stöſse bemerkten.

Die Oerter, wo nur wenige Menschen, die grade dazu in einer günstigen Lage waren, das Erdbeben verspürten, habe ich mit der Zahl 2 bezeichnet. Nahe zusammenstehende Gläser klirrten, kleinere Pflanzen in Töpfe kamen in schwankende Bewegung, aber frei hängende Schellen schlugen nicht mehr an.

Endlich habe ich die Städte, wo nur noch sehr geringe Spuren des Erdbebens bemerklich waren, mit der Zahl 1 bezeichnet *). Sollten diese Spuren wahrgenommen werden, so mufsten die günstigsten Umstände einen aufmerksamen Beobachter finden. Diefs trifft schon seltener zusammen, und wo es sich vereinigte, hält man meistens die Wahrnehmung der öffentlichen Bekanntmachung nicht werth. Daraus ist es erklärlich, warum es mir nicht möglich ist, nachzuweisen, wie weit nach allen Seiten hin die schwächsten Spuren des Erdbebens reichten.

Die Charte enthält noch mehrere Namen ohne Zahlen. An diesen Orten ist zwar das Erdbeben bemerkt worden, es ist mir aber nich möglich gewesen, die Stärke mit Gewifsheit, oder auch nur mit einiger Wahrscheinlichkeit anzugeben.

Eine aufmerksamere Untersuchung der Charte lehrt nun über die Verbreitung des Erdbebens folgendes. Die Stärke der Erschütterungen hat vom Centralpunkte aus in westlicher und nördlicher Richtung schnell abgenommen; im Maasthale und nach dem Rheine zu war die Abnahme weniger schnell. Am weitesten hat sich das Erdbeben im Maasthale aufwärts erstreckt; da die Stöfse zu *Commercy* noch immer sehr merklich gewesen sind, so müssen sie wenigstens bis zu den Quellen der Maas gereicht haben.

*) Der leichtern Uebersicht wegen, habe ich es für passend gehalten, die von dem Hrn. Verf. für die Stärke der Erschütterungen gewählten Zeichen auf der beiliegenden Charte in Farben auszudrücken. Es sind mithin alle Orte, welche die Grade 6 und 5 trugen, mit *Roth* unterstrichen worden, *Blau* bezeichnet die Grade 4 und 3, *Gelb* die Grade 2 und 1. F. H.

In östlicher Richtung sind die Erschütterungen bis *Soest* verspürt worden. Diese Richtung bildet einen *zweiten Hauptstrahl* des Erdbebens. Die hier in *Soest* verspürte Erschütterung ist sehr schwach gewesen, sie ist aber mit aller Zuverlässigkeit noch bemerkt worden.

Ein *dritter Hauptstrahl* geht den Rhein hinauf, und möchte bis in die Gegenden von *Mainz* reichen, da in *Coblenz* die Stöfse noch sehr merklich waren.

Zwischen und aufser diesen Hauptstrahlen hin haben sich die Erschütterungen nicht so weit ausgebreitet. In *Münster* ist, wie mich sorgfältige Erkundigungen lehren, keine Spur davon bemerkt worden. Im Bergischen, das die Lücke zwischen dem östlichen und südöstlichen Strahle ausfüllt, hat man nur an der Gränze nach den auf der Charte verzeichneten Oertern hin schwache Spuren des Erdbebens bemerkt *). In *Siegburg*, eine Meile östlich von *Bonn*, hat man nur zweideutige Spuren bemerkt; weiter die *Sieg* aufwärts gar keine mehr. Eine ähnliche Lücke liegt zwischen dem südöstlichen und südlichen Strahle. In *Trier* hat man das Erdbeben nur sehr schwach, in *Luxemburg* und *Saarbrücken* gar nicht verspürt.

Die Angaben über die *Richtung der Stöfse* sind sehr unzuverlässig, sie widersprechen sich oft von ein und demselben Orte. Von vielen Orten sind keine Angaben über diesen Punkt vorhanden. Es scheint, als seyen die Erschütterungen von der Art gewesen, dafs es

*) Unstreitig bleibt es beachtenswerth, dafs auch in dem tief eingeschnittenen Thale der Ruhr, dessen Richtung dem zweiten Hauptstrahle des Erdbebens in geringer Entfernung parallel läuft, die Erschütterungen sich nur bis in die wenig von seiner Mündung in das Rheinthal entfernten Orte fortpflanzten. Die Richtung, welche sie wenig nordwärts so beträchtlich weiter nach O. verfolgten, entspricht sehr nahe dem Laufe der nördlichen Gränze des grofsen niederrheinischen Schiefergebirges, welche ebenfalls sehr nahe auf dem linken Rheinufer mit der oben angegebenen Längenachse des Raumes der stärksten Erschütterungen zusammenfällt Wohl wäre es daher möglich, dafs dieses geognostische Verhältnifs auf die Wirkungen des Erdbebens einen *vorwaltenden* Einflufs geübt hätte. *F. H.*

schwer hielt, ihre Richtung wahrzunehmen. Am deutlichsten sind immer die Stöfse in den obern Stockwerken wahrgenommen worden; die Richtung der Schwankungen des Hauses hängt nun aber nicht allein von der Richtung der Stöfse, sondern auch von der Bauart des Gebäudes ab, auch darin mag der Grund von den vielen Abweichungen in den Berichten liegen. Nur die drei stärksten Grade mögen auf freiem Felde haben beobachtet werden können. Wo die Berichte sich am bestimmtesten aussprachen, habe ich die Richtung auf der Charte durch einen Pfeil angedeutet. Ich halte aber auch diese Angaben für sehr unsicher.

Ueber die Witterung um die Zeit des Erdbebens besitze ich aus den Niederlanden nur unvollständige Nachrichten. Diesem Mangel kann dadurch einigermafsen abgeholfen werden, dafs mir vollständige meteorologische Beobachtungen von *Paris* und *Soest* vorliegen. Der Gang der Instrumente ist an beiden Orten im Februar sehr gleichförmig gewesen; da der Schauplatz des Erdbebens zwischen ihnen liegt, so kann auf ihm keine wesentlich verschiedene Witterung statt gefunden haben, was auch einzelne Angaben noch weiter bezeugen.

Das Barometer stand Anfangs Februar bis zum 8. zu *Paris* und *Soest* über dem Mittel, das Maximum erreichte es an beiden Orten am 3. Abends ($770^{mm},64$ und $338^{l},56$). Vom 8. bis zum 17. oscillirte es an beiden Orten um's Mittel. Von da an sank es an beiden Orten, so dafs es in *Paris* am 21. Mittags, in *Soest* am 22. und 23. das Minimum des Monats ($730^{mm},54$ und $326^{l},00$, respective 25^{mm} und 7 Linien beiläufig unter dem Mittel) erreichte. Von da an stieg es wieder, so dafs es am 25. Morgens an beiden Orten wieder über dem Mittel stand. Es blieb am langsamen Steigen bis gegen Ende Februar ($762^{mm},05$ und $335^{l},57$).

Im Februar gab es in *Paris* nur am 12., 13. und 14. Frost; Nachtfröste fanden von da bis zum 21. noch

statt; bis zum 10. stand das Thermometer hoch, es kam Mittags bis zu 11°,0 C.; bis zum 18. erhob es sich nicht viel über den Gefrierpunkt; von da bis zu Ende des Monats war die mittlere Temperatur Morgens 7°,7 und Mittags 11°,6. In *Soest* hat das Thermometer fast denselben Gang. Erst am 9. Abends trat Frost ein, der für den Tag bis zum 19. anhielt; die Nachtfröste dauerten noch mehrere Tage fort. Vom 19. an stand das Thermometer, ohne daſs man eine Regelmäſsigkeit in seinem Gange bemerken konnte, Morgens ein Paar Grade über Null, Mittags kam es bis zu 9—11 Graden herauf.

Das Haar-Hygrometer zeigte in *Paris*, im Mittel Morgens 87°, Mittags 82°; es finden sich nur wenige Abweichungen von diesem Mittel, und diese nur von wenigen Graden. In *Soest* ist im Verlaufe des Monats 13 Mal ein von mir selbst eingerichtetes Psychrometer, das mit einem corrigirten Daniellschen Hygrometer in den Resultaten nahe genug übereinstimmt, beobachtet worden. Die mittlere Dampfmenge in der Atmosphäre betrug nach diesen Beobachtungen 95 % von derjenigen, welche im Maximum hätte vorhanden seyn müssen. In der zweiten Hälfte des Monats stieg die Feuchtigkeit bis zu 90 und 80 % hinab. Die Verdunstung betrug im ganzen Monate, wegen der feuchten Luft, nur 9,3 rhein. Linien.

Ueber die herrschenden Winde giebt das Pariser Tagebuch zu unvollständige Auskunft. In *Soest* waren Ost-, Süd-, Südost- und Südwestwinde die vorherrschenden. Am Tage des Erdbebens war hier lebhafter Südwind, eben so in *Paris*; an den beiden vorigen Tagen war hier Ostwind.

Im ganzen Monate waren hier nur 4 heitere und 14 ganz trübe Tage; doch nur 6 Tage, an welchen es regnete, und 3, an welchen es schneite; alle 9 Tage lagen in der ersten Monatshälfte. In *Paris* waren der 20. und 21. heiter, der 22. und 23. wolkig; in *Soest* fand dasselbe statt, an den beiden letzteren Tagen war der Himmel mit Stratus und Gewölk überzogen, daſs mitunter eine zusammenhängende Decke bildete. An Meteorwasser fiel in *Paris* $=4^c,330$; in *Soest* $=15,88$ rhein. Linien. Im Januar war die Regenmenge in *Paris* $=6^c,300$; in *Soest* $=39,01$ rhein. Linien.

Die folgende Tabelle giebt über den Gang der meteorologischen Instrumente um die Zeit des Erdbebens noch

ihere Auskunft. Die Barometerstände sind auf die Tem-
ratur von 0° reducirt.

Tag.	Paris. Barometer. 9h M.	Paris. Barometer. 12h.	Paris. Barometer. 9h Ab.	Paris. Thermometer. 9h M.	Paris. Thermometer. 12h.	Paris. Thermometer. 9h Ab.	Soest. Barometer. 7h M.	Soest. Barometer. 12h.	Soest. Barometer. 10h A.	Soest. Thermometer. 7h M.	Soest. Thermometer. 12h.	Soest. Thermometer. 10h A.
14.	755,68	53,76	48,80	— 3,5 C.	— 0,8	— 0,5	334,20	34,28	32,25	— 8,6 C.	— 3,8	— 8,3
15.	51,35	52,53	53,87	+ 3,5	+ 4,7	+ 0,2	30,40	30,44	30,62	4,4	+ 0,3	1,0
16.	54,60	54,34	54,17	2,5	4,9	+ 0,5	30,86	31,70	32,60	0,6	+ 0,5	5,0
17.	52,07	51,00	47,20	0,1	1,7	— 1,4	32,96	32,65	31,46	8,2	— 2,0	9,6
18.	44,98	44,97	44,80	0,4	5,5	+ 0,3	30,86	30,01	29,04	— 11,0	— 1,4	— 0,4
19.	43,78	43,70	43,60	1,7	5,7	2,2	28,19	28,13	28,45	+ 1,5	+ 4,4	+ 2,0
20.	43,10	42,24	38,43	2,9	7,3	4,1	29,19	29,23	28,44	1,9	6,5	1,6
21.	33,44	32,84	30,78	6,2	10,2	7,5	27,43	26,88	26,00	1,9	7,3	1,1
22.	32,80	33,48	34,80	5,8	9,3	4,5	26,00	26,10	25,68	3,5	6,6	2,1
23.	38,77	39,56	44,60	4,5	7,0	5,5	26,07	27,93	28,42	2,4	8,5	2,6
24.	53,00	54,57	51,22	5,8	7,2	4,2	31,02	31,73	32,02	3,5	5,3	2,6
25.	59,28	59,26	59,85	8,0	12,0	10,4	35,00	35,41	35,37	1,8	9,6	6,5
26.	60,30	59,97	59,07	12,0	14,2	10,8	35,57	35,74	35,86	7,3	11,6	8,5

In *Bonn* war das Wetter am Tage des Erdbebens vorzüglich schön, heiter und windstill; eben so in *Linz*, *Cöln* und *Crefeld*. Das Barometer stand in *Cöln* 6 Linien unter dem Mittel, das Thermometer zeigte 3°,8 C. In *Münstereifel* hat das Barometer seit dem 17. immer unter 324 Linien gestanden, am 21. Abends 316,2, am 22. Mittags 316,5, am 23. Morgens 317,7, das Thermometer 2°,5. Es wehte ein schwacher Südwest, der Himmel war mit durchbrochenen, trüben Wolken bedeckt. In *Coblenz* stand das Barometer am 22. Nachmittags 327,7 (Jahres-Mittel für 1821 =332,3), am 23. Morgens 328,0 (4 Lin. unter dem Mittel). Das Thermometer stand 4°,6. Ein schwacher Wind wehte aus SSO. Das Barometer stand in den Niederlanden ungewöhnlich tief; genaue Angaben fehlen mir von dort.

Ich habe die Nachrichten über die Veränderungen in der Atmosphäre um die Zeit des Erdbebens ausführlich mittheilen wollen, weil ich die Untersuchung über die Wechselwirkung von Erde und Luftkreis für sehr wichtig halte. Windrichtung und Wolkenbildung scheinen mit dem Erdbeben in keinem bemerkbaren Zusammenhange gestanden zu haben. Sehr wahrscheinlich ist es aber, dafs der tiefe Barometerstand, der in seinem Minimum dem Erdbeben unmittelbar vorherging, mit diesem Ereignisse in irgend einer Beziehung stand *). Diese Mei-

*) Aus einer Mittheilung in der *Bibl. universelle*, *T. XXXVII. p.* 209. ersehn wir, dafs der tiefe Barometerstand in den Tagen, welche dem Erdbeben vorhergingen, fast genau zu derselben Zeit als in *Paris* auch zu *Genf* beobachtet worden. Dort trat das Minimum (mit 26″ 0‴,69 bei +10° R.) am 22. Februar um 3 Uhr Nachmittags ein, und das Barometer war dabei so tief gesunken, als man es seit der bekannten Erscheinung vom Februar 1823 (wo es auf 25″ 8‴,36 stand) dort nicht gesehn hatte. Zugleich machen die Hrn. Verfasser darauf aufmerksam, dafs in denselben Tagen heftige Stürme im Süden von ganz Europa herrschten, und führen ein detaillirtes Beispiel von einem am 23. Februar zu *Hyères* an der Südküste von Frankreich

Meinung gewinnt noch dadurch sehr an Gewicht, dafs man in der Nacht vom 21. zum 22. März zu *Jauche*, *Jandrin*, *Jandrenauville* und *Loewen* wiederum ein Erdbeben verspürte, während in *Soest* das Barometer am 21. Abends das Minimum des Monats (323,17) erreichte. Das Barometer hatte nämlich um diese Zeit folgenden Gang.

Tag.	Barometer. 7h M.	12h.	10h Ab.
18.	334,86	334,45	333,58
19.	28,72	27,38	28,02
20.	28,26	28,16	27,36
21.	. .	25,14	23,17
22.	26,83	26,91	27,87
23.	28,03	28,05	29,29
24.	29,87	30,35	30,77
25.	31,73	31,47	31,68
26.	32,31	32,72	32,54

Süd- und Südwestwinde waren in diesen Tagen bei weitem die vorherrschenden; Cumulus und Stratus bedeckten in den Tagen dieses Erdbebens den Himmel; die Temperatur stand ein Paar Grad unter dem Monatsmittel, jedoch war Nachts kein Frost. In *Cöln* stand das Barometer am 21. gegen Abend auf 324,4 (10 Linien unter dem Mittel); auch in den Niederlanden stand es sehr niedrig. Zu *Quesnoy* empfand man am 23. Morgens 10^h einen starken Stofs. Der Barometerstand war 326 Linien, am Himmel hingen einige Wolken, der Wind wehte lebhaft aus SW. Am 21. Abends sah man zu *Loewen* und *Brüssel* viele Blitze die Luft durchkreuzen; auch zu *Quesnoy* sah man am Vorabend des Erdbebens um $7\frac{1}{2}^h$ im nördlichen, wolkenlosen Theile des Himmels

beobachteten aufserordentlich starken Gewittersturm, begleitet von Hagelwetter und Wasserhosen, an, woraus sich zugleich ergiebt, dafs während der Tage vom 20. bis 23. die Atmosphäre dort in hohem Grade beunruhigt war. *F. H.*

drei Blitze. Am 23. sah man von *Soest* aus gegen Abend im Süden Wolkenmassen liegen, wie beim aufsteigenden Gewitter.

Es stellt sich nicht klar heraus, ob auch die Temperatur mit dem Erdbeben vom 23. Februar in Beziehung gestanden habe. Die Frost-Periode vom 10. bis zum 19. ging dem Erdbeben nahe voraus. Zur Zeit des Erdbebens war Thauwetter, doch war in hiesigen Gegenden der Frost noch nicht aus der Erde verschwunden. Bis zum 23. traten hier Nachtfröste ein, obschon die Lufttemperatur 1 bis 2° über Null blieb; die Ausstrahlung der Wärme in den heitern Nächten, so wie die gefrorene Erdmasse in geringer Tiefe erkälteten die Erdoberfläche bis unter den Gefrierpunkt.

Es ist schon in diesen Annalen berichtet worden, dafs man in einer Kohlengrube bei *Essen* zur Zeit des Erdbebens bedeutende Schwankungen der Magnetnadel beobachtet hat. Diese Schwankungen, von 180° in horizontaler, und von beträchtlicher Stärke in verticaler Richtung, hingen nach höchster Wahrscheinlichkeit von mechanischen, nicht von dynamischen, Einwirkungen ab. Ein Blick auf die Charte lehrt, dafs die Erschütterungen in der Gegend von *Essen* auf freiem Felde und in der Erde, wenn nicht sehr bewegliche Gegenstände beobachtet werden konnten, unbemerkbar waren. Es unterliegt aber gar keinem Zweifel, dafs sie in den Kohlengruben eben so stark waren, als auf der Erdoberfläche. An allen Punkten, wo das Erdbeben sich stark genug äufserte, um leicht bemerkt zu werden, hat man die Erschütterungen auch in den Bergwerken verspürt. Jene Schwankungen der Magnetnadel waren ganz so beschrieben, wie eine Erderschütterung sie bewirken mufste. Hätten elektrische Ströme die Ablenkungen verursacht, so würden sie sich ganz anders gezeigt haben.

Aus *Cöln* wird berichtet, dafs dort an einer feststehenden Magnetnadel von 6 Zoll Länge kurz nach dem

Erdbeben die Declination um 4° vermindert worden sey. Nachdem der Beobachter die Nadel ein Paar Mal um ihren Mittelpunkt gedreht habe, sey die Verminderung auf 3° zurück gegangen; am 29. Febr. habe sie noch 1° betragen. Diese Verminderung sey nun fortwährend dieselbe geblieben, bis zum 21. März, wo sie wieder zu 3° angewachsen sey. Obschon an diesen Beobachtungen das Ungenaue nicht zu verkennen ist, so mögen sie doch nicht ganz falsch seyn. Ihre Ursache liegt höchstwahrscheinlich in der durchgreifenden Erschütterung, welche ein Erdbeben bewirkt. Den festesten Gegenständen, besonders Gebäuden und den Sachen in Gebäuden, kann dadurch leicht eine azimuthale, auf längere Zeit oder für immer dauernde, Verdrehung gegeben werden. Dafs durch Erdbeben Veränderungen im Erdmagnetismus eintreten können, will ich nicht bestreiten, um sie aber nachzuweisen, dürfen nur solche Beobachtungen für zulässig erachtet werden, auf welche die Erschütterungen nicht mechanisch einwirken konnten. Beim Bergamts-Locale in *Essen* ist ein Declinatorium angebracht, das täglich beobachtet wird; die amtlichen Berichte, in denen mit ruhmwürdiger Genauigkeit auf alle Umstände des Erdbebens Rücksicht genommen ist, melden von keiner Aenderung in der Declination der hier aufgestellten Nadel.

Als Folge des Erdbebens hat man die Senkung eines Theils des *Kerselaar*-Berges dicht bei *Oudenarde*, die gegen den 25. März eintrat, ansehen wollen. Etwa 30000 Quadrat-Meter Fläche hat an dieser Senkung Theil genommen. Gegen Anfang April währten die Verrückungen des Bodens noch fort. Der Boden ist nach allen Richtungen geborsten, und bildet ein trocknes Becken mit wellenförmigem Boden. Auch an der *Sieg*, eine starke Meile oberhalb *Siegburg*, hat sich gegen die Mitte des Aprils ein Bergsturz ereignet, der dem Erdbeben zugeschrieben wird, obschon es in bemerkbaren Erschütterungen his dahin nicht reichte. Gegen den 20. März begann ein neuer heftiger Ausbruch des Vesuvs.

XIV. *Ueber das schwarze kohlensaure Kupferoxyd; von Hrn. Gay-Lussac.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. XXXVII. p.* 335.)

Die HH. Colin und Taillefert haben angegeben, daſs das blaue und grüne kohlensaure Kupferoxyd, beim Kochen mit Wasser, das mit ihm verbunden gewesene Wasser abgebe und schwarz werde, ohne dabei seine Kohlensäure zu verlieren. Als ich dieſs schwarze kohlensaure Kupferoxyd nach der Vorschrift der HH. Colin und Taillefert bereiten wollte, erhielt ich zwar eine dunkel braunschwarze Substanz, die aber, mit Salpetersäure übergossen, keine oder eine höchst unbedeutende Menge Kohlensäure lieferte. Der Versuch, mit mehreren Arten von kohlensaurem Kupfer und selbst mit dem englischen Kupferblau *) wiederholt, gab beständig dasselbe Resultat. Setzt man das Sieden nur bis zu dem Moment fort, wo das kohlensaure Kupfer schwarz wird, so findet noch ein Aufbrausen mit den Säuren statt, aber ein weit schwächeres, als vor dem Sieden. Läſst man es aber einige Stunden lang sieden, so löst sich das schwarze Pulver ohne Gasentwicklung in Säuren auf.

Das essigsaure Kupfer zersetzt sich ebenfalls beim Sieden; die Essigsäure entweicht, und ein braunes Pulver, welches nur Kupferoxyd ist, bleibt zurück.

Der Niederschlag, den kohlensaures Natron in einem Ueberschuſs von schwefelsaurem Kupferoxyd hervorbringt, ist ein basisch schwefelsaures Kupferoxyd, das sich beim Sieden nicht verändert. Beim Sieden des kohlensauren Zinkoxyds mit einer Lösung von schwefelsaurem Zinkoxyd, bildet sich auch ein basisch schwefelsaures Salz; ich werde künftig die Wirkung einiger Salze auf die kohlensauren Salze zum Gegenstande eines besondern Aufsatzes machen.

*) Eine Verbindung von kohlensaurem Kupferoxyd mit Kupferoxydhydrat, deren Bereitung ein Geheimniſs gewisser englischer Fabrikanten ist. *P.*

XV. *Ueber den Nickelglanz am Harze, auf der Grube Fürstin Elisabeth Albertine bei Harzgerode; von J. C. L. Zinken.*

Auf der Grube Albertine bei Harzgerode, welche vor hundert Jahren in bedeutendem Betriebe war, und nachdem sie an achtzig Jahre auflässig gewesen, seit einigen Jahren wieder aufgenommen wird, fand ich vor einigen Wochen unter den in der Halde zerstreuten Erzen sehr ausgezeichnetes Nickelerz, welches sich bei vorläufiger Untersuchung als eine Verbindung von Schwefel- und Arseniknickel mit Kobalt und Eisen darthat, weshalb ich nicht anstehe es vorläufig dem Nickelglanze zuzuzählen, welcher zu Loo's Kobaltgruben in Helsingland in Schweden vorkommen soll (Hisinger's Geographie von Schweden, von Wöhler übersetzt. Leipz. 1826. p. 230.), bis eine genaue Analyse darüber entscheidet, ob diese Bestimmung richtig sey.

Da aufser wenigem Kupfernickel und vielleicht Schwefelnickel (Haarkies) dieses Nickelvorkommen das erste des Harzes ist, so möchte es nicht uninteressant seyn, so viel sich jetzt über das geognostische Vorkommen sagen läfst, einige Notizen davon zu geben. Die Grube Albertine, auf dem Feld- und Quellenzuge bei Harzgerode belegen, baut auf einem kurzen Erzmittel eines hor. 8 bis 9 streichenden Ganges, welcher gegen Südwest einfällt. Die Gangmasse ist Spatheisenstein, Kalkspath, Flufsspath, Quarz mit einbrechendem Bleiglanz, Blende, Schwefel und Kupferkies; selten etwas Fahlerz und Bournonit. Der Quarz ist bei weitem vorwaltend, weshalb die Geschicke im Allgemeinen strenge genannt zu werden verdienen. Es streichen mit dem Gange gleich und ablaufend noch mehrere Trümmer, ähnlich wie auf den übrigen Gruben hiesigen Revieres, wovon eins im Hangenden derben Kalk-

spath führend, bis jetzt für das bedeutendste gehalten werden kann. Ein solches Trum, wahrscheinlich im Hangenden des Ganges, welches man noch nicht kennt, scheint auch den Nickelglanz zu führen, wovon ich in den übrigen Erzen keine Spur habe finden können. Die Salbänder dieses bis zu 4'' mächtigen in Thonschiefer aufsetzenden Trumes bestehen aus Spatheisenstein bis zu 1 Zoll mächtig; das Innere des Trumes ist mit Nickelglanz, Kalkspath und wenig Quarz ausgefüllt. Niemand wird hier die grofse Aehnlichkeit des Vorkommens zwischen dem Nickelglanz und dem Siegenschen Nickelspiefsglanzerze verkennen.

Der Nickelglanz hat sich vor dem Löthrohre folgender Gestalt verhalten. In einer Glasröhre geröstet, decrepitirt er unbedeutend, wodurch er sich von dem Loos'schen Nickelglanz nach Hisinger's oben citirter Angabe unterscheidet. Die Probe riecht zuerst nach schwefliger Säure, und es bilden sich kleine Krystalle von arseniger Säure, dann aber sogleich Schwefelarsenik, und die Probe riecht stark nach metallischen Arsenik, sie wird dunkel graubraun und verliert den Metallglanz.

Auf Kohle geröstet, dampft er eine Zeit lang und riecht nach Arsenik, wobei er sich sehr leichtflüssig zeigt und bei der geringsten Vermehrung der Hitze zu einer Kugel schmilzt.

Die geröstete Probe mit Borax geschmolzen wird grüngelb, und es scheidet sich ein Metallkorn, welches ähnlich wie Glockenspeise aussieht, und sich bei fortgesetztem Blasen unaufhörlich mit einem Häutchen überzieht. Hiebei wird auch die Probe dunkelgrün in's Blaue, endlich verschwindet das Grüne gänzlich und ein etwas schmutziges Schmalteblau tritt hervor, welches nun bleibt.

Trennt man das Metallkorn von der Boraxschlacke und setzt es mit neuem Borax dem Oxydationsfeuer aus, so bildet sich langsam ein schönes klares Axinit (nelken)-braunes Glas, welches bei stärkerm Blasen grau und

ıdurchsichtig wird, sich aber wieder klar blasen läſst ıd dann heller wird. Kobaltreaction habe ich dabei cht hervorbringen können.

Die Krystallisation scheint ein gerades rechtwinklis 4seitiges Prisma, mit abgestumpften Ecken und dars hervorgehenden Modificationen, der Blätterdurchgang 'ach parallel den Krystallflächen, jedoch nicht ganz so sgezeichnet wie beim Bleiglanz. Die Farbe ist fast die s Arsenikkieses, öfters buntfarbig angelaufen. Specifihes Gewicht ist 6,3 bei 13° R. Die zum Wägen anwandten Stücke waren durch Salzsäure von allem Kalkathe gereinigt.

Nachschrift. Hr. Bergrath Zinken hatte die Güte, r kleine Bruchstücke und Krystalle des Nickelglanzes m Harze zu schicken. Ich habe die Krystalle gemesı, und fand, daſs die Abstumpfungsflächen der Ecken s geraden rechtwinklig 4seitigen Prisma's gleich und ıner sehr nahe unter einem Winkel von 125°15′ gegen e Flächen, die die Ecken bilden, geneigt waren, so ſs die Krystalle also Würfel sind mit abgestumpften ken oder Combinationen des Würfels und Octaëders. e Blätterdurchgänge gehen parallel den Würfelflächen d sind sehr deutlich. Die Krystallflächen sind stark nzend von Metallglanz, die Würfelflächen aber nicht ır glatt, die Octaëderflächen glatter. Die Härte war i den kleinen Stücken vielleicht nicht mit völliger Sichert zu bestimmen, doch ritzten sie noch Apatit, und ihre rte ist daher 5,5. Das spec. Gewicht mehrerer kleiı Bruchstückchen fand ich bei 16° R. =6,097, was mlich übereinstimmt mit der Angabe von Pfaff, der das ɛc. Gew. des Nickelglanzes von Loos 6,129 gefunden :. Dieser letztere ist, so viel mir bekannt, nur derb ſ feinkörnig abgesonderten Stücken vorgekommen, das ɪzer Vorkommen übertrifft jenen daher an Vollkom-

menheit der Ausbildung bei weitem, und Herr Bergrath Zinken, dem die Mineralogie die Auffindung schon so mancher neuer und interessanter Mineralien am Harze verdankt, wie die der Selenerze und des Zinkenits, hat sich daher um sie wieder ein neues Verdienst erworben.

Berzelius hat den Nickelglanz von Loos analysirt, und gefunden, dafs seine chemische Zusammensetzung durch die Formel $NiS^2 + NiAs^2$ zu bezeichnen ist. Für den Glanzkobalt hat Berzelius nach der Analyse von Stromeyer die Formel $CoS^2 + CoAs^2$ aufgestellt, so dafs also beide Mineralien eine ganz analoge chemische Zusammensetzung haben. Die Krystallformen des Glanzkobaltes sind aber auch wie die des Nickelglanzes Verbindungen des Würfels und Octaëders, zu denen freilich noch sehr häufig das Pentagonal-Dodecaëder hinzutritt, das beim Nickelglanz noch nicht beobachtet ist. Da aber auch die Blätterdurchgänge in beiden Mineralien mit gleicher Vollkommenheit parallel den Flächen des Würfels gehn, so ist doch anzunehmen, dafs beide Substanzen isomorph sind, und es ist wahrscheinlich, dafs bei häufigerm Vorkommen des krystallisirten Nickelglanzes sich auch noch die Flächen des Pentagonal-Dodecaëders bei ihm finden werden.

Mit dem Nickelglanz ist seiner Structur und Mischung nach das *Nickelspiefsglanzerz* sehr nahe verwandt. Man kennt zwar von diesem seine Krystallform nicht, doch kommen im Siegenschen auf der Grube Landeskrone sehr deutlich blättrige Abänderungen vor, die 3 Blätterdurchgänge haben, die sich unter rechten Winkeln schneiden, und dem Ansehn nach von ganz gleicher Vollkommenheit sind, also wahrscheinlich wie beim Nickelglanz und Glanzkobalt parallel den Flächen des Würfels gehn. Seiner chemischen Zusammensetzung nach besteht er nach den Analysen von Ullmann und Klaproth aus:

Nickel.	Antimon.	Arsenik.	Schwefel.	Kobalt.
26,10	47,56	9,94	16,40	—
25,25	47,75	11,75	15,25	Spur

während der Nickelglanz nach Berzelius besteht aus:

Nickel.	Antimon.	Arsenik.	Schwefel.
29,94	—	45,37	19,34

ferner aus 0,92 kupferhaltigem Kobalt, 4,11 Eisen und 0,90 Kieselerde. Es ist daher wahrscheinlich das Nickelspiefsglanzerz, wie der Nickelglanz eine Verbindung von Schwefelnickel mit Arseniknickel ist, nur dafs bei jenem der Arseniknickel zum grofsen Theil durch Spiefsglanznickel ersetzt ist. Etwas ähnliches findet nach einer Reihe von Analysen, die mein Bruder mit den verschiedenen Fahlerzen vorgenommen, aber noch nicht bekannt gemacht hat, auch bei diesen Mineralien statt, wo auch sehr häufig Antimon durch Arsenik ersetzt wird, wenn gleich die Verbindungen in den Fahlerzen anderer Art und Schwefelverbindungen sind, wie das Rothgültigerz und der Zinkenit.

Es findet sich noch ein Mineral, das seiner chemischen Zusammensetzung nach hieher gehört. Diefs ist der harte Arsenikkies (Mohs prismatischer Arsenikkies) *), für dessen chemische Zusammensetzung Berzelius nach Stromeyer's und Chevreul's Analysen die Formel $FeS^2 + FeAs^2$ aufgestellt hat; die also eine ganz ähnliche ist, wie die des Nickelglanzes und des Glanzkobalts. Da aber die Krystallform des Arsenikkies eine ganz andere ist, wie die jener Mineralien, so müssen wir Arsenikkies und Glanzkobalt als dimorphe Substanzen betrachten, die sich gegen einander verhalten wie Kalkspath, oder passender noch, wie Spatheisenstein und Arragonit, wie Augit und Tafelspath u. s. w. *Gustav Rose.*

*) Der weiche Arsenikkies von Reichenstein etc. (Mohs axotomer Arsenikkies) ist von jenem auch seiner chemischen Zusammensetzung nach ganz verschieden, und besteht hauptsächlich nur aus Eisen und Arsenik, wie auch schon Klaproth gezeigt und mein Bruder durch eine neuerlich damit angestellte Analyse bestätigt hat.

XVI. *Ueber die Winkel des Quadratoctaëders beim Honigstein; von Gustav Rose.*

In Schweigger's Jahrbuch der Chem. und Phys. für 1828, Bd. I. S. 356., befindet sich eine neue Bestimmung des Quadratoctaëders des Honigsteins von Breithaupt, nach welcher die Winkel in den Seitenkanten 86° 59' bis 87° betragen. Dieser Winkel ist mit dem Reflexionsgoniometer gemessen; Breithaupt berichtigt ihn nach einer theoretischen Ansicht auf 86° 59' 43'', und berechnet danach den Winkel in den Endkanten zu 121° 44' 59''. Auch mit dem Anlege-Goniometer fand er jenen Winkel 87°, und behauptet, man könne schon mit den blofsen Augen sehen, dafs er kleiner als ein rechter sey. Von Haüy sind aber jene Winkel zu 93° 22' und 118° 4' angegeben, so dafs sich also Haüy bei dem ersten Winkel um 6° 22' 17'', bei dem zweiten um 3° 40' 59'' geirrt hätte. Breithaupt fand es selbst wenig wahrscheinlich, dafs Haüy sich bei Krystallen, die doch hinreichend grofs und glattflächig vorkommen, um sich zu Messungen mit dem Anlege-Goniometer zu eignen, so vermessen haben sollte, und vermuthet daher, dafs Haüy den Winkel in den Seitenkanten mit dem verwechselt habe, den 2 in den Endecken gegenüberliegende Flächen mit einander bilden, wo dann der Unterschied nur 0° 22' betragen würde.

Dafs hier ein Irrthum obwalten müsse, erkannte ich gleich, denn theils hatte ich selbst Messungen am Honigstein angestellt, die mit den Haüy'schen im Ganzen übereinstimmten, theils waren auch die Haüy'schen Messungen durch Kupffer bestätigt, der jene Winkel von 93° 5' und 118° 13,5' fand *), Winkel, die bis auf 1' übereinstimmen; denn berechnet man den erstern Winkel aus

*) *Annal. de chim et de phys. T. XXV. p.* 353.

dem letztern, so findet man ihn zu 93° 6′. Da es indefs wohl seyn könnte, dafs unter dem, was man Honigstein nennt, mehrere Species enthalten wären, von denen eine die Breithaupt'schen Winkel hätte, so habe ich die besten Krystalle, die sich in der Königl. Mineraliensammlung in Berlin fanden, gemessen, aber stets einen Winkel von ungefähr 93° erhalten. Es ist bekannt, dafs sich die Winkel beim Honigstein nicht zu sehr scharfen Messungen eignen, da die Flächen sehr häufig etwas gebogen sind, und so die Messungen in den verschiedenen Endkanten und Seitenkanten selten unter einander übereinstimmen. Auch habe ich keinen Krystall gefunden, bei welchem ich z. B. die Winkel in allen 4 Seitenkanten mit gleicher Genauigkeit hätte messen können. Nach einer Messung, die ich für die beste halte, fand ich den Winkel in einer Seitenkante 93° 6½′ und in einer Endkante 118° 25′. Beide Winkel stimmen nicht überein, berechnet man den letzteren aus dem erstern, so findet man ihn von 118° 15′, und berechnet man den erstern aus dem letztern, so findet man jene von 92° 46′. Das Mittel von 93° 6½′ und 92° 46′ ist 92° 56¼′, wonach der Winkel an den Endkanten 118° 21′ beträgt. Bei einem zweiten Krystall fand ich den Winkel in einer Seitenkante 93° 15′ und in einer Endkante 118° 23′. Bei einem dritten den Winkel in einer Seitenkante 93° 1½′ und den in einer Endkante 118° 4′, und so stets den erstern Winkel nie bedeutend unter 93°, und den letztern Winkel nie unter 118°. Es ist also hienach schwer zu sagen, wovon der Unterschied in den Messungen von Breithaupt herrührt.

XVII. *Ueber die Zersetzung des Ammoniaks durch Metalle; von Hrn. Felix Savart.*

(*Ann. de chim. et de phys. XXXVII. p.* 326.)

Man weiſs seit langer Zeit, daſs verschiedene Metalle, wie z. B. Kupfer und Eisen, bei starker Erhitzung die Fähigkeit erlangen, das Ammoniak in seine Elemente zu zerlegen. Bisher glaubte man, daſs bei dieser Zerlegung die Metalle an Gewicht weder zu- noch abnähmen; man hatte nur beobachtet, daſs sie sehr spröde wurden, und meinte, daſs dieſs von einer bloſsen Veränderung der gegenseitigen Lage ihrer Theilchen herrührte. Da es zur Vervollständigung meiner Untersuchung über die Elasticität erforderlich war, mich zu versichern, daſs die Metalle bei ihrer Einwirkung auf Ammoniakgas wirklich keine Gewichtszunahme erleiden; so suchte ich die Richtigkeit dieser Angabe dadurch auf die Probe zu stellen, daſs ich gröſsere Metallmengen als bisher der Operation unterwarf. Hiebei schien es mir, daſs das Gewicht des Metalls um eine nicht zu vernachlässigende Gröſse zunahm.

So z. B. wogen 141g,91 eines ungefähr 4 Millimet. dicken Kupferdrahts, nachdem sie 4 Stunden lang auf das Ammoniakgas zersetzend eingewirkt hatten, 142g,382; sie hatten also 0g,472 an Gewicht zugenommen. Da sich die Kupferdrähte ein wenig oxydirt hatten und es zu fürchten stand, daſs die Gewichtszunahme, wenigstens zum Theil, von der Absorption des Sauerstoffs herrührte; so wiederholte ich den Versuch mit einem 28g,86 wiegenden Kupferdraht, und traf dabei alle Sorgfalt, daſs das Ammoniakgas völlig trocken war und ohne Unterbrechung hinüberstrich. Als der Draht, nach Beendigung der Operation, auf's Neue gewogen wurden, fand sich sein Gewicht gleich 28g,965; mithin hatte das Metall 0g,105 oder

ungefähr $\frac{1}{275}$ seines Gewichts von einer unbekannten Substanz absorbirt, statt dagegen beim vorgehenden Versuch die Absorption nur $\frac{1}{300}$ betrug.

Ueber die Eigenschaften des Kupfers, welches auf solche Weise das Ammoniakgas zersetzt hat, habe ich den vorhandenen Angaben nichts hinzuzufügen; nur muſs ich bemerken, daſs ich das specifische Gewicht des Metalls vor der Operation gleich 8,8659, und nach derselben nur gleich 7,7919 gefunden habe.

Das Eisen zeigt unter gleichen Umständen genau dieselben Erscheinungen, nur ist die Gewichtszunahme weniger beträchtlich. Ein 40^g,135 wiegender Eisencylinder z. B. wog, nachdem er 9 Stunden lang auf einen Strom von völlig trocknem Ammoniakgas zersetzend eingewirkt hatte, 40^g,195, also 0^g,06 mehr als vorhin, so daſs die Absorption nur $\frac{1}{669}$ betrug. Dieſs Resultat stimmt ziemlich gut mit einem ähnlichen Versuch von Hrn. Thénard, bei welchem 25 Grm. Eisen, nachdem sie 24 Stunden lang das Ammoniakgas zersetzt hatten, eine Zunahme von 0,05 Grm. zeigten, da in diesem Falle, wo die Berührung lange gedauert hatte, die Absorption $\frac{1}{500}$ betrug.

Was die physischen Eigenschaften des so mit Ammoniak behandelten Eisens betrifft, so sind sie auf eine sehr merkwürdige Weise verändert. Wie man beobachtet hat, ist dieſs Eisen spröder als das gewöhnliche; allein, läſst man es nur eine oder zwei Stunden mit dem Gasstrome in Berührung, so ist es im Bruche sehr verschieden von dem gewöhnlichen Eisen, und dagegen einem sehr feinen Stahle ähnlich. In diesem Zustande ist das Eisen der Härtung fähig; auch schlägt es Funken am Feuerstein, wie gewöhnlicher Stahl. Wenn dagegen die Wirkung des Gases auf das Eisen längere Zeit, z. B. 8—10 Stunden, gedauert hat, so werden die Eigenschaften desselben durch die Härtung nicht mehr geändert, und es scheint beim Feilen weicher als das Eisen selbst; im Bruche ist es schwarzgrau, und sein Korn ähnelt gewissermaſsen dem

des Graphits. Das specifische Gewicht eines Eisendrahts von 5 Mill. Durchmesser, der 9 Stunden lang dem Gasstrome ausgesetzt worden, betrug 7,6637, wogegen es vor der Operation 7,788 gewesen war *).

Aus diesen Versuchen scheint also hervorzugehen, dafs bei der Zersetzung des Ammoniaks durch Metalle eine Substanz absorbirt werde und sich eine wirkliche Verbindung bilde, entweder von Stickstoff mit dem Metall, oder von Wasserstoff, oder selbst von Ammoniak mit demselben, und dafs diese neue Verbindung verschiedenartige Eigenschaften besitzt, je nachdem die Menge der absorbirten Substanz mehr oder weniger beträchtlich ist.

Hr. Perzos, der die Güte hatte, mich bei Anstellung der obigen Versuche zu unterstützen, untersuchte gemeinschaftlich mit mir, ob es nicht möglich sey, die mit den Metallen verbundene Substanz abzuscheiden. Wir brachten 49 Grm. Kupfer, das zuvor 5 Stunden lang der Wirkung des Ammoniaks ausgesetzt gewesen war, in eine kleine Porzellanretorte, und versahen den Hals derselben mit einem Rohre, welches in ein Quecksilberbad tauchte, um so das sich entwickelnde Gas aufzufangen; darauf erhitzten wir die Retorte in einem Gebläsofen, bis das Metall zum Schmelzen kam. Bei dieser Operation wurde kein Gas entwickelt, mit Ausnahme der Luft, die in der Retorte und dem an dieser befestigten Rohre enthalten war. Als nach dem Erkalten die Retorte zerbrochen ward, fanden wir das Metall zu einer einzigen Masse zusammengeschmolzen, aber zwischen demselben und dem Boden der Retorte befand sich eine gelbbraune Masse, die ein gröfseres specifisches Gewicht als das Kupfer zu besitzen schien, und die sich zum Theil mit der Glasur des Porzellans vereinigt hatte. Bei abermaliger Wägung des Kupfers, fand sich, dafs sein Gewicht abgenommen hatte;

*) Es ist nöthig, diesen Versuch mit grofser Sorgfalt zu wiederholen und sich zu überzeugen, dafs das Ammoniakgas keine Kohlensäure enthält.

es wog nämlich nur 48g,9, hatte also einen großen Theil der mit ihm verbunden gewesenen Substanz abgegeben.

Ich beschließe diese Notiz mit der Bemerkung, daß die Wirkung von Kalium auf eine kleine Menge der auf einem Porzellanscherben sitzenden Substanz uns durchaus derjenigen ähnlich schien, welche dieses Metall auf das Ammoniak ausübt. In beiden Fällen wird eine braungelbe Substanz gebildet, die alle Kennzeichen des Stickstoff-Kaliums zeigt. Diese Versuche, welche jedoch einer Wiederholung und einer verschiedenartigen Abänderung bedürfen, scheinen also die HH. Davy und Berzelius in ihren Ideen zu unterstützen, die durch anderweitige Unsuchungen bewogen wurden, den Stickstoff als ein Oxyd zu betrachten, dessen Radical, das sie *Ammonium* nannten, die Substanz seyn würde, welche, in den von uns beschriebenen Versuchen, Legirungen mit dem Kupfer und Eisen bildete.

XVIII. *Bemerkungen über die Darstellung des Broms, des Kaliums und des Natriums; vom Administrator* Hermann *in Schönebeck.*

Bei der fortgesetzten Scheidung des Broms aus der hiesigen Mutterlauge wurde bemerkt, daß die bromwasserstoffsaure Magnesia, in welcher Verbindung sich das Brom in der hiesigen Soole wahrscheinlich befindet, durch Schwefelsäure nicht zerlegt wird, und nur erst dann, wenn Braunstein zugesetzt wird und sich Chlor bildet, die Scheidung erfolgt. Dieser Umstand erleichtert die Scheidung des Broms sehr, denn man darf nur die übrigen in der Kochsalzmutterlauge befindlichen Salze durch Schwefelsäure zerlegen, die Salzsäure abdestilliren, dann die neugebildeten schwefelsauren Salze durch Krystallisation tren-

nen, so erhält man eine Lauge, welche sehr viel enthält. Ich vermag daher das Brom jetzt billi sonst zu verkaufen, und bin bereit, den Freund Chemie die Unze *Brom* à 2½ Rthlr., und die Unze *kalium* und *Bromnatrium* à 1 Rthlr. zu erlassen.

Von Paris aus wurde ich aufgefordert, *Kalium* *Natrium* verfertigen zu lassen. Es ist mir diese nach Hrn. Dr. Wöhler's Vorschrift, mit Benutzung niger praktischen Handgriffe, welche Hr Prof. Mitsch lich die Güte hatte mir mitzutheilen, sehr gut ge und kann ich die Unze *Kalium* und *Natrium* à 6 erlassen. Man ist fast allgemein der Meinung, das *trium* schwerer darzustellen sey, als *Kalium*, was der Fall ist, indem das *Natrium* weit leichter lirt und mitunter in Tropfen von 1 Zoll Durch Das *Natrium* ist gegen Sauerstoff weit weniger e lich, als das *Kalium*, und explodirt bei weitem ni heftig, wenn es auf Wasser geworfen wird.

XIX. *Nachschrift zu dem Aufsatze des Professor Egen über das Erdbeben 23. Februar* 1828.

Der geehrte Herr Verfasser, welcher die in diesen mitgetheilte Zusammenstellung auf die Aufforderung meiner Freunde zu unternehmen die Güte hatte, h gewifs durch die werthvolle Ausführung derselben wohlbegründeten Anspruch auf den Dank aller Le Annalen erworben; möge derselbe es nicht miss wenn ich glaube in einigen Punkten nicht gleiche nung mit ihm seyn zu können, und namentlich frühere Ansicht in Betreff der in der Grube Wi Mühlheim beobachteten Störung der Magnetnadel jetzt noch in Schutz nehmen zu müssen *).

*) Man sehe den vorigen Bd. dies. Ann. S. 328.

Freilich kann ich mich hiebei nur auf die Beobachtung eines Anderen stützen, allein in dieser scheint mir nichts enthalten zu seyn, was ihre Richtigkeit verdächtig oder die aus ihr gezogene Folgerung trüglich machen könnte. Dafs Erdbeben, wie auf alle leicht bewegliche Gegenstände, so auch auf die Magnetnadel einen mechanischen Einflufs auszuüben vermögen, ist eine so natürliche Betrachtung, dafs ich sie eben deshalb in der erwähnten Notiz gänzlich überging, und darum zum Theil die älteren Beobachtungen als unzuverlässig darstellte. Dafs aber bei jener Beobachtung die Schwankungen der Magnetnadel von einer solchen mechanischen Ursache herrühren sollten, ist mir nicht glaublich; vielmehr scheint mir gerade die Art, wie sie sich äufserten, auf einen dynamischen Ursprung hinzuweisen. Ein Stofs an das Stativ der Boussole, der die Nadel um 180° umdrehte hätte wohl nur eine geringe Wahrscheinlichkeit.

Ueberdiefs finde ich keinen Grund zur Verwerfung der Angabe, dafs man die Erschütterung in jenen Gruben nicht verspürt habe, so sonderbar sie auch klingt, und so schwer sie, selbst bei der Annahme von Schwingungsknoten, im Einzelnen genügend zu erklären seyn mag. Unter drittehalbtausend Menschen, die zur Zeit als man die Erschütterung über Tage fühlte, in den Gruben befindlich waren, sollte man doch denken, hätte wohl einer eine so auffallende und schreckenerregende Begebenheit bemerkt. Weshalb die Richtigkeit dieser Angabe von dem Hrn. Verfasser in Zweifel gezogen wird, ist mir nicht erklärlich. Dafs man die Stöfse dieses Erdbebens in den niederländischen Gruben verspürt hat, kann, meiner Meinung nach, allein keinen hinlänglichen Grund, dafür abgeben. Man bedenke nur wie ungleichförmig sich, nach den Berichten zuverlässiger Beobachter, die Erschütterungen bei andern Erdbeben fortgepflanzt haben. Bei dem, bekanntlich sehr heftigen, Erdbeben von *Caracas* im J. 1812 empfand, wie Hr. v. Humboldt in seiner *Relat.*

histor. V. p. 22. bemerkt, die Stadt *Coro* keine Spur einer Erschütterung, obgleich sie mitten unter den Orten liegt, die sehr beträchtlich litten *).

Endlich finde ich mich noch veranlaſst, die Bemerkung des Hrn. Verfassers, daſs in dem amtlichen Berichte von dem Bergamte zu *Essen* von keiner Anomalie im Gange des daselbst aufgestellten Declinatoriums die Rede sey, dahin zu berichtigen, daſs dieses Instrument an dem Tage des Erdbebens auch gar nicht beobachtet worden ist. Eine Stelle aus dem Berichte des Bergraths Heintzmann, welche Hr. Oberberghauptmann Gerhard die Güte hatte mir mitzutheilen, liefert den Beleg dazu. Sie lautet wörtlich so:

»Beim hiesigen Bergbau hat man die Erschütterung nicht bemerkt, obgleich man schon bedeutend tief baut, z. B. auf der Zeche Kunstwerk bereits 102,83 Fuſs Preuſs. unter dem Meere. Zu bedauern war, daſs bei der Magnetnadel, welche zur Bestimmung der Declination auf dem Bergamts-Locale angebracht ist, keine Beobachtungen zur Zeit jener Erderschütterungen gemacht werden konnten. Das Instrument befand sich zur Reparatur bei dem hiesigen Mechanicus Hrn. Stephan. Man würde bei einer Beobachtung wahrscheinlich gefunden haben, daſs die Nadel in Unordnung gerathen, und die Abweichung von der Mittagslinie bedeutend war.»

Aus allen diesen Umständen, glaube ich, geht hervor, daſs die Beobachtung in der erwähnten Grube einige Zuverlässigkeit besitze, und deshalb Beachtung verdiene. In wie weit übrigens die aus ihr gezogene Folgerung gegründet sey, mögen künftige Erfahrungen entscheiden.

*) Aehnliche mehr oder weniger glaubwürdige Beobachtungen lieſsen sich viele aufzählen. In Moll's neuen Jahrbüchern der Berg- und Hüttenkunde, Bd. 2. S. 310., wird sogar gesagt, daſs bei einer Erderschütterung in und um *Neuwied*, am 11. März 1807, in einer und derselben Gasse die südlich gelegenen Gebäude merklich erschüttert wurden, während die gegenüberstehenden gänzlich davon verschont blieben.

Bei dem heutigen Stande unserer Kenntnisse scheint mir jedoch, daſs man den Einfluſs der Erdbeben auf die Magnetnadel weniger in Zweifel ziehen könne, als den auf den Barometerstand, da nach dem Zeugnisse des Hrn. A. v. Humboldt und anderer glaubwürdigen Beobachter gerade da, wo die Erdbeben am häufigsten und stärksten sind, sich, wenigstens *vor* und *bei* ihnen, kein Zusammenhang mit dem Gange dieses Instrumentes, so wie überhaupt keine unmittelbare Beziehung zu den meteorologischen Erscheinungen mit Sicherheit nachweisen läſst. Welche Bewandtniſs es mit den oft *nach* den Erdbeben auftretenden Erscheinungen habe, z. B. mit dem Sinken der Temperatur, welches in vielen Berichten eigens aufgezeichnet ist, muſs wohl ebenfalls der Zukunft überlassen bleiben. Fernere sorgfältige Zusammenstellungen, wie die unsers Hrn. Verfassers, würden uns gewiſs am ersten belehren, was hier Zufall ist oder nicht. *P.*

XX. *Extrait du programme de la société Hollandoise des sciences à Harlem, pour l'année* 1828.

(Eingesandt von Hrn. van Marum, beständigem Secretair der Gesellschaft.)

La société a tenu sa 75me Séance annuelle le 17 Mai. Elle a couronné 1) la réponse sur une question concernant l'action du charbon animal employé à la purification des liqueurs, dont l'auteur est A. W. Büchner, apothicaire à Mayence; 2) un mémoire concernant les contrées, vers lesquels les oiseaux de passage se rendent à certaines époques, par Herman Schlegel, adjoint-inspecteur du museum royal d'histoire naturelle à Leide; 3) un mémoire sur les affaissemens et les filtrations des digues et sur les meilleurs moyens de les arréter, quand ils se présentent, et d'en prévenir les suites dangereuses par F. W. Conrad, inspecteur de l'état hydraulique du

Brabant septentrional; 4) un mémoire concernant la nature du *humus* ou le principe fertilisant des terrains, par A. H. van der Boon Mesch, lecteur en physique à Leide.

La société a trouvé bon de répéter les questions suivantes, pour y répondre

avant le premier Janvier 1830.

Vu que l'analyse chimique des végétaux a fait connoître un grand nombre de substances végétales ou principes immédiats des plantes, nombre, qui apparemment se trouvera augmenté de plus en plus; et comme les chimistes diffèrent dans leurs opinions à l'egard de la nature de ces substances, nouvellement découvertes, que quelques uns ne croient être que des modifications des substances, antérieurement connues, tandis que d'autres les prennent pour autant de substances différentes; la société désire: » Une exposition exacte, fondée sur des caractères »positifs, des substances végétales connues, ainsi que »l'indication de l'usage qu'on peut faire de ces substan- »ces nouvelles, ou des plantes, qui les renferment?»

» Est-ce que le *tannin* ainsi dit, qu'on tire de dif- »férentes plantes, est un principe réel et propre à ces »plantes, ou est-ce qu'on a donné ce nom à différentes »substances tirées de plantes, qui ont la propriété com- »mune d'être *astringentes* et de pouvoir servir à tanner »le cuir? — Par quel moyen peut-on tirer ces substan- »ces les plus pures de différentes plantes, er par quels »moyens peut-on connoître, qu'elles ne sont pas mêlées, »et ne diffèrent point entre elles? — Quelle est la ma- »nière la plus sûre et la plus prompte de produire des »substances propres à tanner en traitant des charbons de »terre, ou l'indigo ou d'autres substances végétales par »des acides, et en quoi diffère ce tannin artificiel du tannin »naturel? — Ne seroient-ils pas tous deux des substan- »ces semblables? — En cas qu'on parvienne, par des re-

»cherches nouvelles à une connaisance plus parfaite des »différentes substances à tanner, de quelle utilité pourra-»t-elle être alors, tant pour les différens trafics et manu-»factures, que pour l'usage qu'on en fait dans la méde-»cine?»

»Jusqu'à quel point connoit-on la nature et les cau-»ses de la putréfaction des substances animales et végé-»tales, et les moyens qui sont les plus propres à préve-»nir la putréfaction dans des différentes circonstances, et »pour des buts différens?»

On désire de voir l'état actuel de la connaisance humaine sur ce sujet clairement et distinctement exposé.

»Quels sont, en général, les avantages et les éclair-»cissemens, que, depuis le tems de Haller, la physio-»logie ou l'histoire physique de l'homme a retirés de la »zoologie et de l'anatomie comparée? Quels sont, en »particulier, les organes du corps humain, mieux connus »depuis ce temps-là, et quelles en sont les fonctions, à »l'égard desquelles la zoologie et l'anatomie comparée ont »repandu de nouvelles lumières?»

Un vernis vitreux, composé de silice et de potasse, étant récommandé et employé nouvellement comme moyen préservatif des bois et d'autres objets inflammables en cas d'incendie, et contre l'action nuisible de l'air et de l'humidité, la société propose: »Qu'on démontre par des »expériences exactes, si, dans les Pays-Bas, ce préser-»vatif peut également être employé avec succès dans les »cas indiqués, et quelle en est la meilleure préparation, »afin qu'on obtienne toujours un vernis durable et satis-»faisant à l'effet proposé?»

Les expériences de Humphry Davy ayant prouvé l'influence, que la différence du sol, du climat et de la saison peut opérer sur la quantité relative des principes immediats des graines céréales, particulièrement du froment, de sorte que, p. e. le froment d'hyver contienne une plus grande quantité d'amidon ou de fécule amilacée, tandisque le gluten se trouve augmenté dans le froment

d'été, et que le même principe soit encore plus abondant dans le froment de l'Amérique septentrionale, que dans celui cultivé en Angleterre; et vu qu'il serait important de savoir jusqu'à quel point les circonstances indiquées peuvent influer sur la nature du froment, cultivé dans les Pays-Bas, la société désire: »qu'on démontre, quelles »sont les différences, que les circonstances, indiquées »ci-dessus, peuvent produire dans le froment cultivé dans »ce pays? en quoi celle-ci différe du froment cultivé en »d'autres pays? quelles sont, en vertu de ces recherches, »les meilleures espèces de froment destiné à différens »usages? et quelles instructions en peut-on déduire pour »la culture de ces grains?»

»Quelles sont les matières colorantes végétales con»nues comme principes particuliers? Quelles sont leur »nature et leurs propriétés? Avec quels principes sont-ils »combinés? Quelle est la manière la plus propre à les »isoler? Par quels moyens sont-ils le plus alterés, élè»vés, enfoncés et décolorés? Et quelle utilité et quel »avantage profluent de cette connaissance pour les tein»tureries et autres fabriques?»

»Que sait-on actuellement de l'histoire naturelle des »*poissons de passage?* — Quels sont les poissons con»nus comme tels? — Quels sont le commencement, la »direction, et la fin de leur trajet, et quelles particulai»rités a-t-on observées à leur ègard?

On désire de voir réuni tout ce qu'on en sait actuellement, surtout de ces poissons, qui nous sont utiles pour la nourriture ou à quelque autre usage.

Comme les différentes branches d'histoire naturelle sont dévenues, depuis plusieurs années, trop étendues pour être enseignées en leur entier dans une année académique, on demande: »Quel choix il y a à faire dans l'en»seignement de l'histoire naturelle, afin d'en traiter seu»lement ce qui peut être utile, tant dans la vie commune »q'uà d'autres égards?»

Quelques médecins ont été depuis long-tems d'opi-

nion, que plusieurs maladies de la peau sont causées par de très-petits insectes, invisibles à l'oeil nu, sous l'épiderme, tandis que d'autres n'admettent pas cette opinion. La société désire donc savoir: — »sur quel fondemens »on a adopté l'existence de ces insectes sous l'épiderme, »ou quelles observations y ont contribué? Et en cas »que cette supposition soit fondée: qu'est-ce qu'on en »pourroit déduire, pour améliorer le traitement de quel- »ques maladies cutanées?»

La société a proposé, cette année, les questions suivantes, pour y répondre

avant le premier Janvier 1830.

L'examen chimique des substances animales et végétales ne devant plus se borner à en extraire les principes immediats de ces substances, comme c'étoit le cas il y a peu d'années, puisqu'on a dejà pu examiner, suivant la methode d'analyse chimique inventée par Thénard, Gay-Lussac et Berzelius, dans quelle proportion les principes simples se trouvent réunis dans ces substances, on désire »un mémoire dans le quel sera exposé »1) Quelle méthode d'analyser les susdites substances »dans ses premiers principes est actuellement prouvée la »meilleure par des expériences réiterées de plusieurs chi- »mistes? 2) De quelles substances organisées on connoit »déjà avec certitude, par des expériences bien constatées, »la proportion de leurs premiers principes? 3) Quel »avantage cette nouvelle méthode d'analyser les substan- »ces susdites pourroit procurer pour le progrès de la »science, ou qu'est-ce qu'on en pourra attendre à l'avenir?»

Mr. Thénard ayant trouvé le moyen de combiner l'eau avec des grandes quantités d'oxygène, et le liquide, qu'on a obtenu, possèdant des propriétés très-particulières, qui sont encore en grande partie inexplicables, on désire »un mémoire, dans le quel, après un examen réi- »téré et soigneux, les propriétés de ce liquide soient

»justement décrites, et qu'on en donne une explication »prouvée par des expériences, et dans le quel on exa- »mine ensuite, à quelles applications utiles ce liquide »pourroit probablement être employé, soit dans la méde- »cine ou à quels autres buts?»

Comme plusieurs espèces de mollusques, surtout ceux, qui se trouvent dans la mer, sont fréquemment employés chez différentes nations, et comme, suivant les rélations, qu'on en trouve, on en prépare des nourritures saines et même delicieuses, tandisque des mollusques, qui habitent la mer voisine de nos côtes, on n'a fait usage que des huitres, des moules et des limaçons de mer, on demande: »Quels autres mollusques, qui ne se trouvent »pas très eloignés de nos côtes, peut-on estimer avec »raison être bons à la nourriture, et de quelle manière »peut-on essayer, s'ils pourroient servir à une nourriture »aussi saine qu'agréable?»

»Qu'est-ce que l'expérience a appris jusqu'ici con- »cernant l'utilité ou le mal, que l'application des grandes »quantités de sangsues a effectué dans plusieurs maladies. »Est ce que la théorie, que plusieurs médecins celèbres »ont inventée et défendue à cet égard, est bien fondée »sur des expériences physiologiques et pathologiques, ou »est-ce qu'on a adopté, dans cette theorie, des hypo- »thèses peu fondées? Dans quelles maladies s'est-on »servi de sangsues avec le plus de succès? Dans quels »cas au contraire en a-t-on vu plus de mal que de bien?»

Une propulsion violente de la sève dans les peupliers, combinée avec l'expulsion d'une quantité considérable d'air, ayant été observée par Coulomb en Avril 1796, lorsqu'il avoit percé jusqu'au centre des troncs de peupliers de 4 à 5 décimètres de diamètre, ne paroît guère avoir excité d'autres physiciens à répéter cette expérience, et comme ce phénomène est cependant très digne d'etre attentivement examiné, et qu'une indagation soigneuse pourroit *peut-être* donner lieu à des découvertes intéressantes, la

société, promet la médaille d'or à celui, qui profitera d'une occasion favorable à répéter au mieux cette expérience au printems, sur les troncs de plusieurs espèces d'arbres, et à observer soigneusement tout ce qui se présente dans ce phénomène.

On pourra attendre pour une réponse bien satisfaisante, hors la médaille d'or, une gratification proportionnée à l'intérêt de ce qu'une indagation soigneuse aura appris.

Comme le phénomène observé premièrement par Mr. Doebereiner, savoir que la platine, étant réduite par une préparation chimique en forme d'éponge, acquiert l'état d'incandescence, lorsqu'elle est exposée au gaz-hydrogène en concurrence avec l'air atmosphérique, ne paroît pas explicable suivant les theories adoptées, et comme la connoisance de la cause de ce phénomène singulier pourroit conduire à d'autres découvertes intéressantes, la société offrira la médaille d'or à celui, qui en pourra donner une explication évidente et constatée par des expériences.

»Quelles sont les causes qui ont donné lieu à la »formation des terreins d'argile et de sable, qu'on trouve »dans les provinces septentrionales du royaume? Com»ment distingue-t-on les terreins formés par la mer, de »ceux qui doivent leur origine à l'action des rivières? »Quel est, particulierement, l'origine des bassins couverts »d'argile et des collines de sable, qu'on trouve sur le »terrein situé entre l'Yssel, le Rhin et le Zuyderzée?»

La société désire, que dans les réponses on évite les hypothèses, et qu'on s'appuye sur l'expérience et l'observation.

Considérant que les expériences chimiques en Hollande, surtout celles de P. Driessen, ont fait voir, que les propriétés de l'air atmosphérique près de la mer sont plus ou moins altérées ou modifiées par l'acide muriatique, qu'il contient; et que particulièrement la solubilité du plomb dans l'eau en est augmentée; que cependant ces observations n'ont pas été confirmées partout ailleurs, et qu'il s'agit encore de savoir, si cet acide se trouve

tout libre dans l'air, ou bien en combinaison chimique avec d'autres substances, la société désire: »que ce sujet »soit traité de nouveau, et que par des expériences exactes »on tâche à démontrer, si, dans ces contrées, l'air atmo-»sphérique contient de l'acide muriatique; quels sont les »circonstances, qui en augmentent la quantité; dans quel »état il s'y trouve, et jusqu'a quel point les quantités de »l'air en soient alterées?»

Comme plusieurs substances, qui autrefois n'étoient connues que dans l'état de gaz, peuvent moyennant la pression et par un froid très-grand, être réduites à la forme solide ou liquide, ce que surtout les expériences de Faraday ont prouvé, et comme il en suit, que la division des corps, d'après la forme, en liquides et en gaz est devenue incertaine et moins admissible, la société demande: »1) jusqu'à quel point peut-on encore admettre »la classification des corps d'après la forme? 2) Quels »sont les corps vraiment gazeux et vaporeux? Quel emploi »pourroit-on faire, dans les arts, de ces substances, qui, »lorsqu'elles sont fortement comprimées on refroidies, par »l'élasticité et par la dilation peuvent exercer un grand dégré de force?»

»l'Acide hydrocyanique des végétaux, n'étant trouvé »jusqu'ici que dans les arbres drupacés, peut-il être con-»sidéré comme principe des plantes? Connait-on d'autres »plantes, dans les quelles il existe? Peut-on, ainsique »dans les drupacés, indiquer un rapport de siructure dans »les autres plantes qui renferment ce principe? Doit-on »attribuer exclusivement à ce principe les qualités nuisibles »ou vepineuses, dont ces plantes sont douées? Cet acide »végétal est-il parfaitement semblable à l'acide hydrocya-»nique préparé artificiellement? Quels sont les caractères »des végétaux ou des substances végétales, qui renferment »l'acide hydrocyanique, surtout par rapport à leur action »sur l'homme et à leur vertu médicale?»

»*Est*-ce que par l'histoire naturelle, ou par un exa-

»men anatomique et physiologique du Coucou on peut »expliquer, pourquoi cet oiseau ne construit pas son nid, »et pourquoi la femelle ne couve pas elle-même ses oeufs? »Si non, quelle est la cause de ce singulier phénomène?»

»En quoi consiste la différence entre l'acier de l'Inde »Wootz et les autres sortes d'acier? Jusqu'à quel point »a t'on réussi à faire l'acier de l'Inde? Quelles expérien»ces a t'on fait avec succès de perfectionner l'acier? Et, »comme on s'est servi du chromium à cet effet, et ce »métal étant à présent moins précieux, en quoi l'acier, »fait moyennant le chromium, se recommande t'il, et quel »usage particulier peut-on faire avec le plus de profit »des différentes sortes d'acier?»

»Quels sont les dangers auxquels la contemplation »et le traitement philosophiques de l'histoire sont exposés »en cas d'une application moins prudente? Et qu'est ce »qu'on doit observer pour éviter ces dangers autant que »possible?»

La société désire sur ce sujet non seulement un raisonnement général, mais qu'il soit aussi éclairci et confirmé par des exemples tirés des historiens les plus célèbres par leur traitement philosophique de l'histoire.

La société a proposé, dans les années précédentes, les questions suivantes, pourqu'on y fasse réponse

avant le 1 Janvier 1829.

»Quelles sont les maladies du corps humain, dont »on peut dire, que, d'après des principes physiques et »chimiques, on les connoit et qu'on est en état d'en con»clure, quels sont les remèdes les plus efficaces contre »ces maladies, et de quelle manière ils opérent dans le »corps humain, pour les guérir?»

Attendu que, actuellement, on n'emploie uniquement la vapeur comme force motrice dans les machines à vapeur, mais qu'on s'en sert même, avec beaucoup d'avantage, à plusieurs effets, comme dans les blanchisseries de fil, dans les *serres chaudes* pour la culture des plantes,

ainsi que dans la préparation des aliments, la société demande: »Peut-on juger, sur des principes bien fondés, »dans quelles fabriques, ou à quels usages domestiques »on pourroit employer la vapeur?»

Comme il y a des observations, qui paroissent démontrer, que le développement des graines, qui ne sont pas des dernières années, ou des plantes étrangères, qui viennent de loin, peut être favorisé et excité par des substances oxygenées, tandis que les mêmes substances n'ont pas eu le-même effet dans d'autres cas, on demande: »Existe-t-il des moyens, suivant des expériences bien »vérifiées, dont on puisse se servir avec succès, pour »favoriser le développement des graines? Si c'est ainsi: »quels sont ces moyens et de quelle manèire doivent-ils »être employés?»

»Quel est l'état actuel des connoissances concernant »le mouvement des sucs dans les plantes? Quelles sont »les observations et les expériences, qui fournissent quel»que lumière sur la cause de ce mouvement, et sur les »vaisseaux ou organes, dans lesquels il a lieu? Qu'est-ce »qu'on peut regarder comme suffisamment prouvé, par »des expériences bien vériefiées, de tout ce que les phy»siciens ont écrit sur ce sujet: qu'est-ce qu'on doit con»sidérer en être encore moins prouvé ou seulement hypo»thétique? Et quelle utilité peut-on tirer de la connois»sance acquise à cet égard pour la culture des plantes?»

»Quelle est, en général, la différence entre une mixtion »mécanique et une union chimique, mais surtout dans »les fluides aëriformes: et de quelle manière peut-on connoître avec certitude, qu'un composé de deux ou plu»sieurs corps solides, mais surtout celui de deux ou plu»sieurs espèces d'air, consiste en une union chimiques?»

On désire qu'on fasse attention aux phénomènes électriques, qui ont lieu pendant l'union.

»Quel est l'effet et l'utilité des bains de mer par »rapport à quelques maladies? Quelles sont les mala»dies contre lesquelles on peut s'en servir avec succés? »Y-a-t-il des maladies, dans lesquelles on peut attendre »avec raison plus d'effet des bains de mer que des autres »médicamens?»

La théorie, par laquelle en chemie on suppose, que *toutes* les actions chimiques des corps soient l'effet de *l'électricité*, étant adoptée de plus en plus, on demande: »*Un* examen critique de tout ce que l'expérience a prouvé

»à cet égard, afin qu'on en puisse conclure: si l'électri- »cité seule doit être considerée comme la cause de toute »action chimique, ou bien si l'on est encore obligé de »supposer une force particulière, connue sous le nom de »l'affinité chimique?»

»Qu'est-ce que l'on sait actuellement à l'égard de »l'origine de ces matières vertes et autres, qui se pro- »duisent dans les eaux stagnantes, ou à la surface de »celles-ci et d'autres corps? Doit-on, d'après des obser- »vations bien decisives, considérer ces matières comme »des productions végétales ou comme des végétaux d'une »structure plus simple? Doit-on les rapporter à la même »espèce, ou peut-on en indiquer la différence par des »caractères spécifiques? Quelles sont les observations, »qui restent encore à faire, surtout par le moyen d'in- »strumens microscopiques, pour perfectionner la connais- »sance de ces êtres?»

On désire que ce sujet soit éclairci par des observations reitérées et que les objets observés soient décrits et figurés exactement.

Voyez F. P. Schranck, über die Priestleyische grüne Materie. Denkschriften der Academie zu München, 1811, 1813. — *Hornschuch, über die Entstehung und Metamorphosen der niederen vegetabilischen Organismen. Nova acta physico-medica acad. natur. curios. T. X., p.* 513. *P. J. F. Turpin, Organographie. Mémoires du muséum d'histoire naturelle. T. XIV. p.* 15. *Treviranus sur le mouvement de la matière verte. Annales des sciences naturelles, Janv.* 1827.

»Quelles sont, depuis la publication de l'ouvrage de »Mr. Decandolle, *Essai sur les propriétés médicales »des plantes, comparées avec leurs formes extérieures »et leurs classification naturelle* (3 edit. Paris 1816), »les observations et les expériences, par lesquelles la »théorie, exposée dans cet ouvrage, soit confirmée et éclair- »cie? Quels sont les exceptions et les contradictions qui »restent à resoudre à l'égard de cette théorie?»

Les arbres *conifères* différant considérablement des autres arbres, tant dans leur structure et dans la manière de croître que dans les matières propres qu'ils renferment et dans d'autres propriétés, on désire: »Une com- »paraison exacte de la structure des arbres conifères avec »celle des autres arbres, et que par des recherches ulté- »rieures on tâche à démontrer, jusqu'à quel point cette »différence de structure puisse servir, soit à expliquer »les autres propriétés des arbres conifères, soit à en dé- »duire des préceptes utiles à la culture de ces arbres?»

»La cendre de tourbe de quelle manière augmente »t-elle la fertilité de quelques terres, tandis qu'on sait »qu'elle ne contient que tres-peu de ces principes, qui »peuvent principalement servir d'alimens aux plantes? — »De quelles qualités sont ces terres, dont on sait par »l'expérience, que leur fertilité peut être augmentée par »la cendre de tourbe? — Pour quelles terres est-elle »nuisible? — Quelles indications utiles peut-on déduire »de ce qu'on dira en réponse sur les deux premières »parties de la question?»

»Quelle est l'origine des blocs de roches granitiques »et autres primitives, que l'on trouve de différentes dimen»sions et en très-grande abondance disséminés dans les »plaines et dans quelques terrains sablonneux du royaume »de Pays-Bas et de l'Allemagne septentrionale? Est il »possible de s'assurer par une comparaison exacte de ces »blocs de granit et des cailloux des terrains sablonneux »avec les parties composantes des formations géologiques, »observées en place, que les prémiers faisaient aupara»vant partie des dernières; et comment peut-on, dans le »cas affirmatif, rendre raison de leur transport vers nos »plaines et vers celles de l'Allemagne septentrionale?»

La société désire, que l'on indique autant que possible, quels sont les différens endroits, où ces blocs ont été observés, et de quelle manière ils se trouvent dispersés, que l'on décrive exactement leur nature et leur composition minéralogique, qu'on la compàre avec les parties intégrantes d'autres formations, et qu'enfin l'on pèse scrupuleusement les conséquences, qui avec plus ou moins de probabilité peuvent être déduites de tout cela.

(Le programme de la société, qui vient d'être publié en Hollandais, contient plusieurs autres questions, qui ont un rapport spécial à ce pays, et aux quelles on ne peut attendre des réponses, que des savans, qui peuvent lire ce programma en original. Celui-ci se trouve entre autres dans un supplement à la gazette de Harlem du 27 Mai, repandue dans toute l'Europe.)

Le prix pour une réponse bien satisfaisante, à chacune des questions, est une médaille d'or de la valeur de 150 florins, et de plus une gratification de 150 florins d'Hollande. Il faut adresser les réponses bien lisiblement écrites en Hollandois, François, Anglois, Latin ou Allemand, mais non en caractères Allemands, affranchies, avec des billets de la manière usitée, à M. van Marum, *secrétaire* perpetuel de la société.

ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1828, SECHSTES STÜCK.

I. *Ueber die bittere Substanz, welche durch Behandlung des Indigs, der Seide und der Aloë mit Salpetersäure erzeugt wird; von Justus Liebig, Professor der Chemie in Gießen.*

Mit den Namen *Indigbitter*, *Welter'sches Bitter* und *Aloëbitter* hat man bisher drei Substanzen bezeichnet, die in ihrem Verhalten sich den Säuren anschließen; sie bilden Salze, welche die Eigenschaft besitzen, durch die Wärme zu verpuffen. Die letztere Eigenschaft ist die Veranlassung zu der nachstehenden Arbeit gewesen, die ich mit Hrn. Gay-Lussac gemeinschaftlich unternommen hatte, welche jedoch wegen meiner Abreise von Paris nicht ausgeführt werden konnte. Schon zwei Jahre lang habe ich mich mit der Darstellung und Untersuchung dieser Substanzen beschäftigt, allein alle Resultate, welche ich früher erhalten, sind der Bekanntmachung nicht werth gewesen.

Hausmann *) entdeckte das Indigbitter zuerst, und nach ihm haben es Chevreul **), Fourcroy und Vauquelin ***) zum Gegenstande einer besonderen

*) *Journ. de physiq. T. XXXII. p.* 161.

**) *Ann. de chimie. T. LXXII. p.* 113. und Gilbert's Annalen. Bd. XLIV. S. 150.

***) *Mém. de l'institut. nation. T. VI.* und Gehlen's N. Journ. Bd. II. S. 231.

Untersuchung gemacht. Chevreul hielt das Indigbitter für eine Verbindung von Salpetersäure mit einer eigenthümlichen organischen Substanz; er erhielt es in Gestalt gelblich weifser Krümchen und Nadeln, die mit Kali ein gelbes Salz in kleinen pomeranzengelben Nadeln bildeten, und mit Silberoxyd ebenfalls eine Verbindung eingingen, die in der Hitze detonirte und sich auch so darstellen liefs, dafs das Indigbitter mit salpetersaurem Silber abgedampft wurde.

Ich habe mich anfänglich der von Chevreul angegebenen Methode bedient, um das Indigbitter darzustellen, und die Resultate, welche ich nach derselben erhielt, weichen von den seinigen nicht ab.

Es wurde Guatimala-Indig mit verdünnter Salpetersäure behandelt, das Harz, welches sich gebildet hatte, von der Flüssigkeit getrennt, und diese abgedampft. Während des Abdampfens wurde beständig Salpetersäure zugesetzt, so lange sich noch salpetrige Säure entwickelte, um die gebildete Indigsäure in Indigbitter zu verwandeln. Nach dem Erkalten der Flüssigkeit bildeten sich eine grofse Menge gelber, blättriger Krystalle. So wie diese Krystalle mit Wasser ausgewaschen wurden, färbte sich das Wasser gelb und wurde milchicht; und als sich das Wasser nicht mehr trübte, blieb ein weifses Salz zurück, welches, in heifsem Wasser aufgelöst, nach dem Erkalten, Krystalle von Kleesäure gab.

Die dunkelrothgelbe Mutterlauge, die von der ersten Krystallisation zurückblieb, so wie das Waschwasser, wurden mit Wasser verdünnt, zum Sieden gebracht und mit kohlensaurem Kali neutralisirt. Nach dem Erkalten der Flüssigkeit bildeten sich eine grofse Menge gelber, nadelförmiger Krystalle, die, durch Umkrystallisiren, Fällung mit Salpetersäure u. s. w. gereinigt, alle Eigenschaften mit der Verbindung des Bitters und Kali gemein hatten, welche Chevreul beschrieben hat.

Eine Auflösung dieses Salzes, mit salpetersaurem

Silberoxyd vermischt und abgedampft, gab nach dem Erkalten gelbrothe Nadeln, die in Wasser schwer auflöslich waren und in der Hitze verpufften.

100 Theile dieses Salzes gaben durch die Analyse 16,36 Proc. Silberoxyd; eine andere Quantität dieses Salzes, welches aus einer neuen Portion Bitter dargestellt worden war, enthielt in 100 Th. 13,22 Silberoxyd. Auch bei der gröfsten Sorgfalt erhielt ich *nie* übereinstimmende Resultate, so wie zur Darstellung desselben ein anderes Bitter, wenn auch genau nach der nämlichen Methode bereitet und auf's sorgfältigste gereinigt angewandt worden war.

Dieses Silbersalz mit Kupferoxyd geglüht, entwickelt Kohlensäure und Stickgas, und das Volumen der ersteren verhält sich zu dem des letzteren wie 8:1. Eine frisch bereitete Portion dieses Salzes, auf dieselbe Art behandelt, gab 6,5 Kohlensäure auf 1 Stickgas, eine andere 17 Kohlensäure auf 3 Stickgas.

Diese Resultate gaben deutlich zu erkennen, dafs das Indigbitter, auf diesem Wege dargestellt, nie eine Substanz liefert, welche in ihrer Zusammensetzung sich ganz gleich bleibt; und diefs rührt hauptsächlich daher, weil die eigenthümliche Substanz, welche sich bildet, auf keine Art von dem Harze oder dem künstlichen Gerbestoffe, die nach dieser Methode sich mit erzeugen, vollkommen getrennt werden kann.

Nach der folgenden Methode erhält man diese eigenthümliche Substanz vollkommen rein. Man erhitzt ostindischen Indigo von der feinsten Sorte, gröblich zerschlagen, mit seinem 8—10fachen Gewichte mäfsig starker Salpetersäure (sogenanntes Doppelt-Scheidewasser) so gelinde als möglich; er löst sich unter Erhitzung und Entbindung einer grofsen Menge salpetriger Säure, und unter heftigem Schäumen auf. So wie der Schaum sich gesetzt hat, bringt man die Flüssigkeit zum Kochen, setzt auf's Neue Salpetersäure hinzu, und fährt so lange mit

Kochen und mit Zugiefsen von Salpetersäure fort, bis man keine salpetrigsauren Dämpfe mehr bemerkt. Um gewifs zu seyn, dafs sich keine mehr entbinden, deckt man von Zeit zu Zeit eine leere Porzellanschale über das Gefäfs; die Dämpfe sammeln sich darin an, und die salpetrige Säure kann um so leichter erkannt werden. Von dieser Vorsichtsmafsregel hängt das Gelingen der Operation ab; es bildet sich, wenn man genau der Vorschrift folgt, weder Indigharz noch künstlicher Gerbestoff.

Oder man erhitzt in einem geräumigen Glaskolben 18—20 Th. Salpetersäure von 1,430 bis nahe zum Sieden, und trägt nach und nach in kleinen Portionen $1\frac{1}{2}$ Th. feinen ostindischen Indigo, gröblich zerschlagen, hinzu; man wartet damit jederzeit so lange, bis der erstere verschwunden ist. Die rothbraune Flüssigkeit wird nun in's Kochen gebracht, und man fährt damit fort, bis sie anfängt dicklich zu werden; sie nimmt bei dem fortgesetzten Sieden eine hellere Farbe an, und wenn sich gegen das Ende noch viel salpetrige Säure entwickeln sollte, so setzt man noch 5 Th. Salpetersäure hinzu und kocht sie auf's Neue.

Nach dem Erkalten der Flüssigkeit bilden sich gelbe, halbdurchsichtige, harte Krystalle, von welchen man die Mutterlauge abgiefst, und die man mit Wasser mehrmals auswäscht. Diese Krystalle bringt man nachher mit Wasser in's Kochen und giefst so lange neue Quantitäten Wasser hinzu, bis sie vollkommen aufgelöst sind; sammeln sich auf der Oberfläche der Auflösung einige ölige Tropfen des sogenannten künstlichen Gerbstoffs, so nimmt man diese mit Fliefspapier sorgfältig ab. Aus der filtrirten und erkalteten Flüssigkeit scheiden sich eine grofse Menge gelber, glänzender, blättriger Krystalle ab, die auch durch Auswaschen ihren Glanz nicht verlieren. Um diese Substanz vollkommen rein zu erhalten, löst man die Krystalle auf's Neue in kochendem Wasser auf und neutralisirt sie mit kohlensaurem Kali; es krystallisirt nach dem

Erkalten ein Kalisalz heraus, welches ausgewaschen und durch öfteres Krystallisiren gereinigt wird.

Die erste Mutterlauge vermischt man nun mit kaltem Wasser, wodurch eine bedeutende Menge eines braunen Niederschlags abgeschieden wird, den man mit kaltem Wasser auswäscht, dann mit Wasser in's Kochen bringt und mit kohlensaurem Kali neutralisirt. Auf diese Weise erhält man daraus noch eine bedeutende Menge von dem erwähnten Kalisalz, welches, wie angeführt, gereinigt wird.

Alles Kalisalz, welches in diesen verschiedenen Operationen gewonnen worden ist, löst man auf's Neue in siedendem Wasser auf und versetzt die Flüssigkeit mit Salpeter-, Salz- oder Schwefelsäure; nach dem Erkalten krystallisirt aus derselben die eigenthümliche Substanz in hellgelben, äufserst glänzenden Blättern, die meistens die Form gleichseitiger Dreiecke besitzen.

Man erhält oft, nach der Behandlung des Indigs mit Salpetersäure, aus der Flüssigkeit keine Krystalle; in diesem Falle vermischt man sie nach dem Abdampfen mit Wasser, und scheidet aus dem Niederschlage, welcher sich gebildet hat, auf dem angegebenen Wege die eigenthümliche Substanz ab. Aus der über diesem Niederschlage stehenden Flüssigkeit läfst sich noch mehr davon gewinnen, wenn man sie bis zu einem gewissen Grade abdampft, mit Salpetersäure auf's Neue kocht und mit Kali neutralisirt. Aus 4 Th. von dem besten ostindischen Indig erhält man 1 Th. dieser Substanz.

In Wasser aufgelöst röthet diese Substanz die Lackmustinktur; sie besitzt einen sehr bitteren Geschmack. Sie verhält sich gegen Metalloxyde wie eine starke Säure, löst sie mit Leichtigkeit auf und neutralisirt sie vollkommen; sie bildet Salze mit denselben, die sich sämmtlich krystallisirt darstellen lassen. Auf einem silbernen Löffel erhitzt, schmilzt sie und verdampft, ohne sich zu zer-

setzen; wird sie schnell und stark erhitzt, so entzündet sie sich. Eben so lassen sich ihre Dämpfe entzünden; sie brennt mit einer gelben, stark rufsenden Flamme. In kaltem Wasser löst sie sich schwierig, in heifsem viel leichter auf; die Auflösung ist gefärbter, als sie selbst ist. In Weingeist und Aether ist sie leicht auflöslich. In trocknem Chlorgas oder mit Jodin geschmolzen wird sie nicht zersetz, eben so wenig von wäfsrigem Chlor. Concentrirte Schwefelsäure wirkt in der Kälte nicht darauf; beim Erhitzen löst sie sich darin auf und wird beim Verdünnen dieser Auflösung unverändert abgeschieden. Kochende Salzsäure verändert sie nicht, und kaum wird sie durch kochendes Königswasser angegriffen. Aus diesem Verhalten geht hervor, dafs sie keine Salpetersäure oder eine andere Oxydationsstufe des Stickstoffs enthält; ich werde später noch andere Versuche anführen, welche die Abwesenheit dieser Säure beweisen. Auch enthält sie keine Klee- oder andere organische Säure; denn wenn man diese Säure, oder ihre Verbindung mit Kali, mit Goldauflösung kocht, so schlägt sich kein metallisches Gold nieder.

Mit Kupferoxyd vermischt und in einer Glasröhre geglüht, entwickelt diese Säure ein Gasgemenge, welches, nach 5 Versuchen, 100 Th. Kohlensäure auf 20 Th. Stickstoff enthielt. Eine andere Portion dieser Säure, welche aus dem Kalisalze mit Salzsäure, und eine andere, welche aus demselben mit Schwefelsäure geschieden worden war, gab Kohlensäure und Stickgas, die sich ebenfalls zu einander wie 5:1 verhielten. Das Kupferoxyd, welches nach diesen beiden letzteren Versuchen zurückblieb, enthielt weder Salzsäure noch Schwefelsäure.

Zur quantitativen Analyse wurde die Säure sorgfältig getrocknet, mit frisch ausgeglühtem Kupferoxyd gemischt und auf die bekannte Art zersetzt; man bediente sich dabei des Apparates der von Gay-Lussac und mir bei der Analyse des knallsauren Silberoxyds beschrieben worden ist. Bei dem Herausziehen des mit salzsaurem

Kalk gefüllten Glasröhrchens aus der Verbrennungsröhre, nach dem Versuch, bieten sich, indem der Kork sehr fest sitzt, Schwierigkeiten dar, welche auf die folgende Art leicht zu vermeiden sind. Man wählt eine nicht zu dünne Glasröhre, die etwa 3 Zoll lang ist, und die genau in die Verbrennungsröhre paſst; man zieht das eine Ende zu einer offnen Spitze aus und füllt es mit salzsaurem Kalk an, auf welchen man einige Glasstückchen setzt; das andere Ende verbindet man durch einen genau schlieſsenden Kork mit der Gasleitungsröhre. Nachdem man dieses Glasröhrchen gewogen hat, steckt man es in die Verbrennungsröhre bis auf etwa $\frac{1}{2}$ Zoll hinein, und verbindet beide vermittelst eines Kautschuckröhrchens, das man auf beiden Röhren mit Bindfaden fest umwickeln kann. Man kann, ohne einen bemerkbaren Irrthum zu veranlassen, den durchbohrten Korkpfropfen, welcher das Glasröhrchen mit salzsaurem Kalk schlieſst, mit demselben wiegen, man muſs nur vermeiden, ihn nach dem Wiegen mit bloſsen Händen anzufassen.

Die folgenden Resultate sind theils durch die Zerlegung der reinen Säure, theils durch die ihrer Verbindung mit Quecksilberoxydul, deren Zusammensetzung bekannt war, erhalten worden.

	Gewicht der Säure. Loth D. G.	Grm.	Gasvolum. Cub. Cent.	Thermometer.	Barometer.
I.	0,0035	0,054686	45,4	13°,8 C.	27″ 4‴,5
II.	0,0047	0,073437	60,0	17,8	27 11,7
	Gewicht des Quecksilbersalzes.				
III.	0,0079	0,06637	54	15,3	27 9,3
IV.	0,0088	0,07397	61	16,0	27 9,2

Berechnet man diese Analysen in 100 Theilen, so erhält man:

	I.	II.	III.	IV.
Kohlenstoff	34,833	35,098	34,921	35,313
Stickstoff	16,384	16,081	16,040	16,217
Sauerstoff	48,819	48,821	49,039	48,470
	100,000	100,000	100,000	100,000

Bei diesen Analysen ist kein Wasserstoff in Rechnung gebracht, obgleich bei jeder eine gewisse Menge Wasser erhalten worden ist, dessen Gewicht aber auf 0,0625—0,07397 Grm. nie 0,0068 Grm. überstieg; bei den meisten Analysen wurde weniger erhalten. Wenn man bedenkt, dafs bei Anwendung der Luftpumpe und aller andern Vorsichtsmafsregeln dennoch immer einige Milligram. Wasser bei Zerlegungen mit Kupferoxyd von Substanzen, die keinen Wasserstoff enthalten, erhalten werden; so wird man zugeben müssen, dafs bei Analysen, die ohne Luftpumpe angestellt worden sind, obgleich sonst keine Sorgfalt beim Austrocknen vernachlässigt worden ist, ein Wasserstoffgehalt von kaum 1 Proc. zweifelhaft seyn mufs. Die Säure ist bei mehreren andern Versuchen mit Chlorkalium gemischt zersetzt worden, und sie hat niemals Producte geliefert, von denen Wasserstoff einen Bestandtheil ausmacht.

Berücksichtigt man ferner die Art ihrer Entstehung, ihr Verhalten zum Chlor und zur Goldauflösung, so erlangt der Schlufs, dafs sie keinen Wasserstoff enthält, noch einen höheren Grad von Gewifsheit. Nach den unten folgenden Analysen des Quecksilber-, Kali- und Barytsalzes ist die Sättigungscapacität der Säure 3,265; daraus geht hervor, dafs sie 15 Atome Sauerstoff enthält; 100 Th. Säure nehmen darnach 31,234 Baryt auf, und diese 131,234 Barytsalz verbinden sich mit 18,744 Wasser, um 149,978 krystallisirtes Barytsalz zu erzeugen. In diesem Salz verhält sich der Sauerstoff des Baryts zu dem des Wassers und zu dem der Säure =3,265:16,664:48,470 =*1:5:15*. Ich glaube, dafs man dieses Verhältnifs als

ıen entscheidenden Beweis des obigen Schlusses be-
chten kann. Das Aequivalent der Säure ist nach der
ıalyse der Baryt-, Kali- und Quecksilbersalze 298,
6, 307,6, 306,2, den Sauerstoff =10 angenommen.
i der Zersetzung der Säure mit Kupferoxyd entwickelt
h, wie oben angegeben ist, ein Gasgemenge, welches
Vol. Kohlensäure auf 1 Vol. Stickstoff enthält Nimmt
n an, daſs diese Säure aus

15	Atomen	Kohlenstoff	=114,65
6	—	Stickstoff	= 53,11
15	—	Sauerstoff	=150,00
			317,76

stehe, so ist ihre Zusammensetzung in 100 Theilen

Kohlenstoff	36,081
Stickstoff	16,714
Sauerstoff	47,205
	100,000

d sie stimmt mit dem Resultat der Analysen genau
erein.

Obgleich es wünschenswerth gewesen wäre, dem
omgewichte der Säure, welches aus der Berechnung
rvorgeht, durch die Analyse der Salze näher zu kom-
n, als es mir gelungen ist; so halte ich dennoch das
sultat der Berechnung für den Ausdruck der wahren
sammensetzung.

Wenn diese Säure mit Chlorkalium gemischt und
glüht wird, so entwickelte sich ein Gasgemenge, wel-
es 19 Vol. Kohlensäure auf 5 Vol. Stickstoff enthielt;
aber ohne Zweifel ein Theil des zurückgebliebenen
hlenstoffs durch den Sauerstoff der Luft in der Glas-
hre in Kohlensäure verwandelt wird, und nicht mit
cherheit ausgemittelt werden kann, ob aller Stickstoff
i wird, oder ob noch ein Theil davon mit dem Koh-
nstoff verbunden zurückbleibt: so läſst sich daraus keine
lgerung ziehen.

Das Gas, welches sich durch Zersetzung dieser Säure mit Kupferoxyd entwickelte, enthielt weder Kohlenoxydgas, noch salpetrige Säure, oder eine andere Oxydationsstufe des Stickstoffs. Um der Abwesenheit der letzteren gewifs zu seyn, habe ich diese Säure mit chlorsaurem Kali geglüht, und das Gas, welches sich entband, und das keineswegs gefärbt war, in eine Auflösung von doppelt-kohlensaurem Kali geleitet; es entwickelte sich aber keine Spur Kohlensäure, noch enthielt die Flüssigkeit Salpetersäure. Zur Prüfung der Flüssigkeit auf Salpetersäure habe ich ein Reagens angewandt, welches neu ist, und womit man $\frac{1}{400}$ Salpetersäure entdecken kann. Die zu prüfende Flüssigkeit wird nämlich mit so viel Indigotinktur vermischt, dafs sie dadurch deutlich blau gefärbt wird. Man setzt alsdann nur einige Tropfen Schwefelsäure hinzu und erhitzt sie zum Sieden. Im Fall, dafs die Flüssigkeit Salpetersäure oder ein salpetersaures Salz enthält, wird sie entweder entfärbt oder bei geringeren Mengen geht die blaue Farbe in eine gelbe über. Setzt man der Flüssigkeit vor dem Erhitzen etwas Kochsalz zu, so läfst sich $\frac{1}{500}$ Salpetersäure mit Leichtigkeit noch entdecken.

Zur Darstellung des Welter'schen Bitters erhitzt man 1 Th. Seide mit 10 bis 12 Th. Salpetersäure (am besten in einer Retorte) und giefst die übergegangene Säure mehrmals zurück. Die rückbleibende Flüssigkeit wird durch Zusatz von Wasser tief gelb gefärbt; man neutralisirt sie noch heifs mit kohlensaurem Kali, und scheidet aus dem, durch mehrmaliges Umkrystallisiren gereinigten Kalisalz, welches nach dem Abkühlen anschiefst, vermittelst Salpetersäure, die eigenthümliche Säure ab. Diese Säure krystallisirt auf dieselbe Art, wie die Säure aus dem Indig; sie bildet Salze von gleicher Form und denselben Eigenschaften, wie die letztere, und ihre Zusammensetzung weicht in keiner Beziehung von derselben

ab. Man erhält aus der Seide übrigens viel weniger von dieser Säure, als aus dem Indig.

Ich glaube, dafs der Name *Kohlenstickstoffsäure* (*acide carbazotique*) für diese Säure am passendsten ist, insbesondere da er auch ihre Zusammensetzung ausdrückt. Ich würde dem Namen *Bittersäure* vor jedem anderen den Vorzug gegeben haben, wenn er nicht zu Verwirrungen Veranlassung werden könnte, da man bereits eine andere Substanz mit diesem Namen belegt hat, und es noch andere Säuren geben kann, die bitter schmecken. Ich gehe zur Beschreibung der Verbindungen über, welche diese Säure mit Metalloxyden eingeht, insbesondere da ich glaube, dafs ihre Eigenschaften einiges Interesse darbieten.

Kohlenstickstoffsaures Kali.

Dieses Salz krystallisirt in mehrere Zoll langen 4seitigen, gelben, undurchsichtigen, äufserst glänzenden Nadeln; es braucht zu seiner Auflösung mehr als 260 Th. Wasser von 15° C. und eine viel geringere Menge kochendes Wasser. Eine concentrirte kochendheifse Auflösung dieses Salzes gesteht beim Erkalten zu einer gelben Masse, die aus unzähligen feinen Nadeln besteht, und aus welcher das Wasser nur schwer abfliefst. Wenn dieses Salz aus einer weniger concentrirten Flüssigkeit krystallisirt, so erscheinen die Krystalle im reflectirten Lichte bald roth, bald grün. Durch Säuren wird es zersetzt; giefst man aber eine Auflösung der Kohlenstickstoffsäure in Alkohol zu einer Salpeterauflösung, so scheidet sich nach einiger Zeit krystallisirtes kohlenstickstoffsaures Kali ab. Im Weingeist ist es unauflöslich. Erhitzt man eine kleine Portion davon in einer Glasröhre, so schmilzt es, und gleich darauf explodirt es mit einem äufserst heftigen Knall, wodurch die Glasröhre zerschmettert wird; nach der Explosion bleibt etwas Kohle zurück.

Dieses Salz schlägt aus einer Auflösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul kohlenstickstoffsaures Quecksilberoxydul nieder; Auflösungen von Quecksilberoxyd, Kupfer-, Blei-, Kobalt-, Eisenoxydul-, Eisenoxyd-, Kalk-, Baryt-, Strontian- und Bittererde-Salzen werden davon nicht verändert. Man erhält das kohlenstickstoffsaure Kali am reinsten, wenn man kohlenstickstoffsaures Quecksilberoxydul mit einer Auflösung von Chlorkalium erhitzt und die von dem Calomel durch Filtration getrennte Flüssigkeit erkalten läfst.

Die Schwerauflöslichkeit dieses Salzes giebt ein leichtes Mittel an die Hand, das Kali in einer Flüssigkeit zu entdecken und abzuscheiden; ich bin selbst im Stande gewesen, damit Kali in der Lackmustinktur zu entdecken; denn wenn eine Auflösung von Kohlenstickstoffsäure und Weingeist mit Lackmustinktur gemischt wurde, so scheidet sich nach kurzer Zeit kohlenstikstoffsaures Kali in Krystallen aus. Eine Auflösung von kohlenstickstoffsaurem Kali von 10° wird von salzsaurem Platin nicht getrübt.

1,120 Grm. kohlenstickstoffsaures Kali gab durch Behandlung mit Salzsäure u. s. w. 0,287 Grm. Chlorkalium; es besteht demnach aus:

Kohlenstickstoffsäure	83,79
Kali	16,21
	100,00.

Dieses Salz enthält kein Krystallwasser.

Kohlenstickstoffsaures Natron.

Krystallisirt in feinen, fadenartigen, glänzenden Nadeln; sonst verhält es sich in seinen Eigenschaften wie das kohlenstickstoffsaure Kali. Es bedarf aber zu seiner Auflösung nur 10 bis 14 Th. Wasser von 15° C.

Kohlenstickstoffsaures Ammoniak.

Dieses Salz krystallisirt in sehr glänzenden, hellgelben, langen, schmalen Blättchen; es ist im Wasser leicht

d im Weingeist schwerlöslich. In einer Glasröhre gede erhitzt, verflüchtigt es sich vollkommen; der Dampf sselben läfst sich entzünden; rasch erhitzt, entzündet sich ohne Explosion, und es bleibt eine grofse Menge ›hle zurück.

Kohlenstickstoffsaurer Baryt.

Dieses Salz wurde durch Erhitzen von kohlensaun Baryt und Kohlenstickstoffsäure mit Wasser dargellt; es krystallisirt, in Verbindung mit Wasser, in dunlgelben, harten, 4seitigen Säulen, oder breiten Blättern. ist im Wasser leichtlöslich. Erhitzt, schmilzt es und rsetzt sich mit einer äufserst heftigen Explosion und zeugnng einer blendenden, gelblichen, hohen Flamme; r Knall ist um so heftiger, je langsamer es erhitzt wird.

100 Th. dieses Salzes verlieren bei der Siedhitze des Vassers nach dem Mittel mehrerer Versuche 12,5 Th. rystallwasser.

Zur Analyse wurde dieses Salz durch schwefelsaus Natron zersetzt:

125 wasserfr. Salz	gaben	0,154	schwefels.	Baryt	in 100 Th.	23,80 Baryt
714	—	0,261	—	—		
746	—	0,656	—	—	— —	24,68 —
525	—	0,191	—	—	— —	23,90 —

Nimmt man die zwei ersten und die vierte Analyse s die genausten an, so enthalten 100 Theile krystallites Salz:

Säure	66,63	Sauerstoff	=32,295	=	15
Baryt	20,87	—	= 2,178	=	1
Wasser	12,50	—	=11,009	=	5
	100,00.				

Eine Auflösung von Chlorkalium in Wasser, mit ner Auflösung von kohlenstickstoffsaurem Baryt verscht, trübt sich nach wenigen Augenblicken, und das ali wird, in Verbindung mit Kohlenstickstoffsäure, bis f 1½ Proc. vollständig niedergeschlagen.

Kohlenstickstoffsaurer Kalk.

Wie das Barytsalz dargestellt; 4seitige, glatte Säulen, leichtlöslich, detonirt beim Erhitzen wie das Kalisalz.

Kohlenstickstoffsaure Magnesia.

Sehr lange, feine, hellgelbe, undeutliche, platte Nadeln, leichtlöslich, detonirt stark.

Kohlenstickstoffsaures Silberoxyd.

Die Kohlenstickstoffsäure löst das Silberoxyd beim Erwärmen mit Wasser mit Leichtigkeit auf; die Auflösung liefert durch gelindes Abdampfen sehr feine, goldglänzende Nadeln, die strahlenförmig gruppirt sind. Im Wasser ist es leicht löslich. *Dieses Salz läſst sich durch Abdampfen der Kohlenstickstoffsäure oder des kohlenstickstoffsauren Kali's mit salpetersaurem Silberoxyd nicht darstellen.* Bei dem Erhitzen *detonirt es nicht*, sondern brennt ab, wie Schieſspulver.

Kohlenstickstoffsaures Quecksilberoxydul.

Dieses Salz erhält man in kleinen, gelben, 4seitigen Säulen, wenn man eine kochendheiſse Auflösung von kohlenstickstoffsaurem Kali mit salpetersaurem Quecksilberoxydul vermischt; es braucht mehr als 1200 Th. Wasser zu seiner Auflösung. Erhitzt verhält es sich wie das Silbersalz.

0,630 dieses Salzes lieferten durch Behandlung mit Chlornatrium 0,336 Calomel, ein andermal gaben 1,341 Salz 0,696 Chlorür. Nach der ersteren Analyse würde es bestehen aus:

Kohlenstickstoffsäure	53,49
Quecksilberoxydul	46,51
	100,00

nach der andern aus:

Säure	54,09
Quecksilberoxydul	45,91
	100,00.

Kohlenstickstoffsaures Kupferoxyd.

Dieses Salz läfst sich durch Zersetzung von kohlen-ckstoffsaurem Baryt mit schwefelsaurem Kupferoxyd cht darstellen; es ist grün, krystallisirt in farrenkraut-tigen Blättern, löst sich in seinem gleichen Gewicht lten Wasser auf und zerfliefst an der Luft. Es deto-rt beim Erhitzen nicht; ja es entzündet sich nicht ein-al, und selbst bei heftigem Glühen nicht.

Kohlenstickstoffsaures Bleioxyd.

Man erhält durch Vermischen eines Bleisalzes mit hlenstickstoffsaurem Natron einen gelben, im Wasser um auflöslichen Niederschlag, der beim Erhitzen sehr ark detonirt.

Alle diese Salze zersetzen sich beim Erhitzen in ver-hlossenen Gefäfsen mit einer viel stärkeren Explosion, s in offenen. Dadurch möchte wohl die Theorie der ulmination des Hrn. Brianchon einige Modificationen leiden. Es ist mir sehr unerwartet gewesen, dafs die-nigen kohlenstickstoffsauren Salze, deren Base ein Me-lloxyd ist, welches seinen Sauerstoff *leicht* fahren läfst, der Hitze *nicht* detoniren, während bei den knallsau-n Salzen die Detonation von dem Sauerstoff der Base m Theil abhängig zu seyn scheint. Ich glaubte, dafs i der Zersetzung des Baryt- und Kalisalzes die heftige etonation von der Bildung von Kohlenoxydgas herrühre, d ich verfehlte nicht, darüber einige Versuche anzu-llen. Kohlenstickstoffsaures Kali und Baryt wurden, t Chlorkalium vermischt, in einer Glasröhre geglüht; s Gas, welches sich entwickelte, enthielt aber kein hlenoxydgas, sondern bestand allein aus Kohlensäure d Stickgas.

Es ist bekannt, dafs sich bei der Behandlung vieler erischer Substanzen mit Salpetersäure eine gelbe Sub-nz erzeugt, die häufig unter dieselbe Classe von Kör-rn gezählt wurde, worunter man das Indigbitter und

das Welter'sche Bitter rechnete. Ich habe Eiweifs, Hornspähne u. s. w. mit Salpetersäure behandelt, allein ich beschreibe die Resultate nicht, weil sie alle in der vortrefflichen Abhandlung über thierische Chemie enthalten sind, die Berzelius vor 15 Jahren herausgegeben hat *).

Wenn man 8 Th. Salpetersäure über 1 Th. Aloë abzieht, und die rückständige Flüssigkeit mit Wasser vermischt; so schlägt sich eine röthlichgelbe, harzähnliche Substanz nieder, die durch Auswaschen pulverig wird. Sie ist von Braconnot **) entdeckt worden. Man erhält sie in gröfster Menge, wenn zu ihrer Bereitung verdünnte Salpetersäure (1,25 spec. Gew.) angewandt wird. Dampft man die über dieser Substanz stehende dunkelgelbe Flüssigkeit bis zu einem gewissen Grade ab, und läfst sie erkalten, so bilden sich darin grofse, breite, gelbe, undurchsichtige, *rhomboëdrische* Krystalle, die auf einander sitzen. Diese Krystalle habe ich anfänglich für eine besondere Substanz gehalten, allein sie bestehen aus einer Verbindung von Kleesäure mit Aloëbitter; nur durch 5 bis 6maliges Umkrystallisiren läfst sich das Aloëbitter von der Kleesäure trennen, und die letztere erkennen. Diese Verbindung des Aloëbitters mit Kali erhält man in Gestalt eines körnigen, undeutlich krystallisirten, dunkelpurpurrothen Salzes, welches Baryt-, Eisenoxyd- und Bleisalze in purpurrothen, salpetersaures Quecksilberoxydul und salzsaures Zinnoxydul in hellrothen Flocken niederschlägt. Weingeist zieht aus demselben eine purpurrothe Substanz aus, welche nicht mehr sauer reagirt, und mit Kali zwar eine Verbindung eingeht, die aber nicht mehr detonirt.

Die

*) Schweigger's Journ. der ält. Reihe. Bd. IX.

**) *Ann. de chimie. T. LXVIII. p.* 28. Vergl. auch Chevreul ebendaselbst. T. LXXIII. p. 46., und Gilbert's Ann. Bd. XLIV. *S.* 46.

Die Kaliverbindung wurde durch Fällung des Bitters mit Salz und Schwefelsäure zerlegt; sie enthielt 5 bis 6 und 8 Proc. Kali. Bei einem andern Versuche wurde eine Auflösung derselben mit essigsaurem Bleioxyde zersetzt, und wider alle Erwartung betrug der Niederschlag an Gewicht weniger als das angewandte Kalisalz; aus dem erhaltenen Waschwasser, welches eine gelbe Farbe besafs, setzten sich beim Abdampfen kleine gelbe Krystalle ab, welche, mit schwefelsaurem Kali erhitzt, sich zersetzten; die von dem schwefelsauren Blei abfiltrirte Flüssigkeit gab nach dem Erkalten Krystalle von kohlenstickstoffsaurem Kali, aus welchen sich die Kohlenstickstoffsäure, vermittelst stärkerer Säuren, ausscheiden liefs.

Das Waschwasser enthielt ferner salpetersaures Blei aufgelöst.

Kocht man Aloë mit Salpetersäure von 1,430 spec. Gew., und zwar so lange als sich noch Dämpfe von salpetriger Säure entwickeln, so erhält man, wenn man die rückständige Flüssigkeit mit etwas Wasser vermischt, um das noch nicht zersetzte Aloëbitter abzuscheiden, durch Abdampfen der davon abfiltrirten Flüssigkeit, nach dem Erkalten eine grofse Menge Krystalle von Kohlenstickstoffsäure. Bei der Anwendung von concentrirter Salpetersäure erhält man, wie sich voraussehen liefs, keine Spur mehr von Kleesäure.

Das sogenannte Aloëbitter verdankt also seine verpuffenden Eigenschaften der Kohlenstickstoffsäure, und ist als eine Verbindung derselben mit einer eigenthümlichen Substanz zu betrachten, die dem sogenannten Indigharz correspondirt.

Das Aloëbitter löst sich in 800 bis 1000 Th. kaltem Wasser auf; in heifsem ist es leichter auflöslich. Die Auflösung besitzt eine prächtige Purpurfarbe. Kocht man Seide mit einer Auflösung dieser Substanz, so nimmt sie eine sehr dauerhafte Purpurfarbe an, die der Seife und

den Säuren (aufser der Salpetersäure) vollkommen w
steht. Die Salpetersäure verändert diese Farbe in
allein durch Auswaschen der Lappen in reinem W
erscheint die Purpurfarbe wieder. Durch zweckm
Beitzen läfst sich diese Farbe auf unzählige Art nüan
Wolle wird durch diesen Farbestoff ausgezeichnet
schwarz gefärbt; diese Farbe ist sehr dauerhaft und
durch das Licht nicht im mindesten verändert. Leder
purpurfarben, und Baumwolle rosenroth; doch wide
die letztere Farbe der Seife nicht. Ich habe einige V
che mit dieser Substanz angestellt, in der Hoffnung
dem Lichte widerstehendes Rosenroth auf Seide z
halten, und ich habe mich überzeugt, dafs, wenn
mals gelingt, die Seide ächt rosenroth zu färben, e
mit Hülfe dieser Substanz geschehen wird.

Morphin, Narcotin, Chinin, Myrrhe, Wolle li
durch Behandlung mit concentrirter Salpetersäure
Kohlenstickstoffsäure.

Ueber die Krystallisation des Adulars, nebst einigen allgemeinen Bemerkungen über das zwei und eingliedrige System; von A. T. Kupffer, Professor in Kasan.

I.

Der Feldspath gehört zu denjenigen Mineraliengattungen, ren Krystallisation am sorgfältigsten und von den auszeichnetsten Krystallographen studirt worden ist; und r sind in der That schon so weit gekommen, dafs niemnd mehr an der Nothwendigkeit, ihn in mehrere Gatngen theilen zu müssen, zweifelt. Die Formen dieser rschiedenen Gattungen sind nicht nur in ihren Winln, sondern auch in Hinsicht der Vertheilung ihrer Flään so sehr von einander abweichend, dafs ihre Unterleidung auch ohne genaue Winkelmessung möglich ist; d so konnte es geschehen, dafs nach unumstöfslicher stsetzung der Species dennoch die genauere Bestimmng der Krystallform noch zu wünschen übrig blieb: eses Schicksal hat besonders den Adular getroffen; wir ssen ihn vollkommen von den übrigen Feldspathen zu terscheiden. Aber da die hintere Zuschärfungsfläche *x* ig. 2. Taf. IV.) seiner rhombischen Säule fast nie gländ ist, so besitzen wir keine Messung, aus der man Neigung dieser Fläche gegen die Axe ableiten könnte, d es ist uns unbekannt, ob sie eben so gegen die Axe neigt ist, wie die Fläche *P*, oder nicht, ob mithin die undform des Adulars ein grades oder ein schiefes ombenoctaëder ist.

Einige kleine und wohlgebildete Krystalle aus Tyrol ben mich in den Stand gesetzt, diese Frage zu entheiden. Ich fand durchgehends die Neigung von *x* gen die Axe gröfser als die Neigung von *P* gegen die

Axe, wie aus folgenden Messungen mit dem Reflexionsgoniometer hervorgeht.

Die Flächen *P* und *T* waren sehr glänzend, einige Bilder waren vorzüglich schön, andere sehr schwach; wo sich Doppelbilder zeigten, würden die Messungen verworfen. Die Fläche *x* gab im Allgemeinen ein deutliches Bild, sehr oft aber Doppelbilder, die jedoch nie mehr als um 10′ von einander entfernt waren.

Neigung von *T* zu *T*, Mittel aus 3 Messungen *), deren gröfste Differenz 1′,5 betrug	118° 48′,6 **)
Neigung von *T* zu *P*, Mittel aus 5 Messungen, deren gröfste Differenz 3′,8 betrug	112 16,0 ***)
Neigung von *x* zu *T*, Mittel aus 2 Messungen	110 40¼
Neigung von *x* zu *P*, Mittel aus 2 Messungen	129 40,8

Diese Messungen sind zwar als diejenigen, die am besten unter einander stimmen, aus mehreren ausgesucht, von denen einige um 10′ von einander abweichen; aber der Unterschied von *x* zu *T* und von *P* zu *T* ist zu grofs, als dafs ein Beobachtungsfehler an demselben Schuld seyn könnte.

Bezeichnet man die Neigung von *T* zu *P* mit *G*, die halbe Neigung von *T* zu *T* mit *F*, die Neigung von *P* gegen die Axe mit *g*, so ist

$$\cos g = \frac{\cos G}{\sin F}$$

*) Ich verstehe hier unter jeder Messung das Resultat von 10 bis 12 Repetitionen an demselben Flächenpaar; drei Messungen erfordern also 3 Reihen von Werthen, an drei verschiedenen Flächenpaaren beobachtet.

**) Mohs fand 118° 52′; G. Rose aber 119° 18′.

***) G. Rose fand 112° 14½.

und man findet g, oder die Neigung von P
gegen die Axe, gleich . . . . 63° 53',0
Eben so findet man die Neigung von x gegen
die Axe 65 47,3

Die Summe dieser beiden Winkel weicht nur um ½' von dem beobachteten Werth der Neigung von $x:P$ ab.

Ich habe mich durch mehrere Messungen überzeugt, dafs die Fläche P auf die vordere Seitenkante *grade* aufgesetzt ist.

Die Grundform des Feldspaths ist also ein schiefes Rhombenoctaëder, dessen vordere und hintere Endkante um 63° 53' und 65° 47',3 gegen die verticale Axe geneigt sind, und dessen Basiskanten so liegen, dafs ihre mit der verticalen Axe parallele Abstumpfungsflächen einen Winkel von 118° 48',6 mit einander machen.

Die übrigen Winkel kann man leicht durch folgende allgemeine Formeln für das schiefe Rhombenoctaëder finden.

A. Winkel an der Grundform

bezeichnet man die Neigungen der vordern und hintern Endkante eines schiefen Rhombenoctaëders mit r und r_1; die Neigung der Axe a gegen die Axe c aber mit α*), so ist bekanntlich

$$(1)\quad tg\,\alpha = \frac{2 \sin r \sin r_1}{\sin(r_1 - r)}$$

Legt man ferner Ebenen durch je zwei und zwei Axen, so bilden diese Ebenen mit den Octaëderflächen und mit den Säulenflächen verschiedene dreikantige Ecken, bei denen gröfstentheils eine Neigung $=90°$ ist, und

*) Hier ist nämlich, wie immer, c die verticale Halbaxe des schiefen Rhombenoctaëders, b diejenige halbe Diagonale der Basis, die mit c einen rechten Winkel macht., und a diejenige, welche mit c einen schiefen Winkel macht. Man stellt dasjenige a nach vorn, welches herabwärts geneigt ist; das hintere a bezeichnet man mit a'; α ist der scharfe Winkel zwischen der Axe a' und c.

deren ebene und Kantenwinkel wie die Seiten und W kel eines rechtwinklichen sphärischen Dreiecks zusam hängen. Man erhält so folgende aus der sphärischen gonometrie hinlänglich bekannte Formeln, in wel g die halbe Neigung der vorderen Säulenflächen, γ halbe Neigung der vordern Basiskante des schiefen R benoctaëders, B und B_1 die Neigung der Octaëd chen an der vordern und hintern Endkante, D und die Neigungen der vordern und hintern Octaëderflä gegen die Basis, C und C_1 die Neigungen der vo und hintern Octaëderflächen gegen eine durch die A c gelegte Ebene, und endlich r' die Neigung der Se endkante gegen die Axe bedeutet.

(2) $tg\,\gamma = sin\,\alpha\, tg\,g$

(3) $tg\,\frac{1}{2}B = \frac{tg\,\gamma}{sin(\alpha - r)}$

(4) $tg\,\frac{1}{2}B_1 = \frac{tg\,\gamma}{sin(\alpha + r_1)}$

(5) $tg\,D = \frac{tg(\alpha - r)}{sin\,\gamma}$

(6) $tg\,D_1 = \frac{tg(\alpha + r_1}{sin\,\gamma}$

(7) $cos\,C = sin\,\frac{1}{2}B\, cos$

(8) $cos\,C_1 = sin\,\frac{1}{2}B_1\, co$

(9) $sin\,r' = \frac{tg\,r}{tg\,C}$

Aus (1) findet man, indem man $r = 63°\ 53',0$ $r_1 = 65°\ 47',3$ setzt:

$\alpha = 88°\ 50',2.$

Ferner aus (2), da $g = 59°\ 24',3$

$\gamma = 59°\ 24',0.$

Und so fort gerechnet:

$\frac{1}{2}B$	$= 75°\ 59',4$	C	$= 64°\ 43',0$
$\frac{1}{2}B_1$	$= 75\ 46,7$	C_1	$= 66\ 43,5$
D	$= 28\ 23,8$	r'	$= 74\ 28,0.$
D_1	$= 28\ 51,4$		

B. Neigungen der secundären Flächen

Die am Adular vorkommenden Flächen sind der Weissischen Bezeichnunngsart (siehe dessen handlung über mehrere neu beobachtete Krystallflä des Feldspaths etc., in den Schriften der Berliner

demie für 1820 und 21), aus der auch die Figuren 1. 2. 3. 4. Taf. IV. entnommen sind folgende:

$T=[a:b:\infty c]$	$g=[\infty a:b:c]$
$M=[\infty a:b:\infty c]$	$o=[a':\frac{1}{2}b:c]$
$z=[3a:b:\infty c]$	$s=[a':\frac{1}{6}b:c]$
$k=[a:\infty b:\infty c]$	$n=[a:\frac{1}{4}b:c]$
$P=[a:\infty b:c]$	$i=[a:\frac{1}{12}b:c]$
$x=[a':\infty b:c]$	$h=[a:\frac{3}{4}b:c]$
$y=[\frac{1}{3}a':\infty b:c]$	$m=[\frac{1}{3}a:\frac{1}{2}b:c]$
$q=[3a':\infty b:c]$	$u=[\frac{1}{3}a':\frac{1}{4}b:c]$
$r=[\frac{3}{5}a':\infty b:c]$	$v=[\frac{1}{3}a':\frac{1}{8}b:c]$
$t=[\frac{1}{5}a:\infty b:c]$	$d=[\frac{1}{5}a:\frac{1}{8}b:c]$

Weifs hat diesen Zeichen rechtwinkliche Axen zum Grunde gelegt; wir haben aber oben gesehen, dafs die Halbaxe a mit der Halbaxe c einen schiefen Winkel macht, welches übrigens an den Coëfficienten der obigen Zeichen nichts ändert.

Von den Neigungen dieser Flächen sind diejenigen von Flächen, die durch die Säulenkanten der Grundform oder durch ihre vordere und hintere Endkante gehen, am leichtesten zu berechnen. Es ist offenbar

$$tg\tfrac{1}{2}\frac{z}{z}=\tfrac{1}{3}tg\,g;\quad tg\tfrac{1}{2}\frac{o}{o}=\tfrac{1}{2}tg\tfrac{1}{2}B_1;\quad tg\tfrac{1}{2}\frac{n}{n}=\tfrac{1}{4}tg\tfrac{1}{2}B$$

und so fort. Man findet so nach und nach Neigung von:

$z:z$	58° 49',4	$n:n$	90° 6',9
$o:o$	126 14,4 *)	$i:i$	36 56,4
$s:s$	66 39,6	$h:h$	143 12,0

Gehen die Flächen durch abgeleitete Endkanten, so mufs man erst die Neigung dieser gegen die Axe berechnen, vermöge der Formeln:

$$\left.\begin{aligned} cot\,\varrho &= \frac{sin(\Phi+r)}{n\,sin\,\Phi\,sin\,r} \\ cot\,\varrho_1 &= \frac{(sin\,\Phi-\varrho_1)}{n\,sin\,\Phi\,sin\,r_1} \end{aligned}\right\} \text{worin } cot\,\Phi=(n-1)\,cot\,\alpha.$$

*) Diesen Winkel fand Mohs mit dem Reflexionsgoniometer gleich 126° 12'.

Hier ist ϱ die Neigung einer vordern abgeleiteten Endkante gegen die Axe, ϱ_1 die einer hintern; n ist der Coëfficient von a oder a' im Weissischen Zeichen der graden Abstumpfungsfläche der abgeleiteten Endkante, den Coëfficienten von c der Einheit gleich gesetzt. Man findet so: Neigung von

y gegen die Axe ..	35° 44',5	t gegen die Axe ..	22°52',5
q - - - ..	81 54,2	mm*) - - - ..	34 56,3
r - - - ..	52 39,5		

Jetzt ist es leicht, die Neigung Γ von Flächen zu finden, die durch eine von diesen Endkanten gehen, und zugleich durch die Seitenendkanten des Grundoctaëders, vermöge der Formel:

$$tg \tfrac{1}{2}\Gamma = \frac{tg\, r'}{sin\, \varrho}$$

Das zweite Glied dieser Gleichung mit dem Coëfficienten von b im Weissischen Zeichen multiplicirt, giebt die Tangente der halben Neigung der abgeleiteten Flächen, oder:

$$tg \tfrac{1}{2}\Delta = \beta . \frac{tg\, r'}{sin\, \varrho}$$

wenn man die Neigung der abgeleiteten Flächen mit Δ, den Coëfficienten von b, den ihr Zeichen enthält mit β, und die Neigung der Endkante, durch welche sie gehen, gegen die Axe mit ϱ bezeichnet. Man findet so: Neigung von

$m:m$	144° 40',8	$v:v$	75° 11',0
$u:u$	113 59,8	$d:d$	98 19,4

Um die Neigungen der Endflächen P, x, y, t gegen die Säulenflächen T und z zu berechnen, bedient man sich des rechtwinklichen sphärischen Dreiecks, wel-

*) Ich bezeichne die Durchschnittslinie zweier Flächen, indem ich die Buchstaben der beiden Flächen neben einander schreibe. mm heifst also die von den Flächen m, m gebildete Endkante.

ches aus dem Durchschnitt der Endfläche mit der Säulenfläche, und mit einer durch die Säulenkante *TT* (oder *zz*) und die Axe *c* gelegten Ebene gebildet wird. In demselben ist, nach den bekannten trigonometrischen Formeln für's rechtwinkliche sphärische Dreieck

$$\cos G = \sin F \cos g$$
$$tg\, f = tg\, F \sin g$$
$$tg\, h = \frac{tg\, g}{\cos F}$$

worin *G* die Neigung der Endfläche gegen die Säulenfläche, *F* die halbe Neigung der Säulenflächen, *g* das Complement der Neigung der Endfläche gegen die Axe zu 180°, *f* den halben ebenen Winkel zwischen den Durchschnittslinien der Endfläche mit den beiden Säulenflächen, und *h* den ebenen Winkel zwischen der Säulenkante und der Durchschnittslinie der Endfläche mit der Säulenfläche bedeutet. Man findet vermittelst dieser Formeln: Neigung von

$P:T$	112°	16′,0	$t:T$	142°	28′,4
$P:z$	102	29,1	$t:z$	116	54,0
$x:T'$	110	40,3	$r:T'$	121	28,5
$x:z'$	101	37,1	$r:z'$	107	19,8
$y:T'$	134	19,2	$q:T$	96	57,9
$y:z'$	113	29,4	$q:z$	93	57,9

Ebener Winkel zwischen

(h) TT u. PT	104°	0′,6	($2f$) TT u. Tt	140°	20′,6
($2f$) PT u. PT	113	16,2	Tt u. Tt	66	38,6
Tz u. Pz	113	7,5	Tz u. tz	154	9,4
Pz u. Pz	53	41,8	tz u. tz	24	43,2
$T'T'$ u. xT'	102	53,5	TT u. Tr	111	13,3
xT' u. xT'	114	5,4	Tr u. Tr	106	43,2
$T'z'$ u. xz'	111	23,4	Tz u. rz	123	36,5
xz' u. xz'	54	25,4	rz u. rz	48	16,8
$T'T'$ u. yT'	125	16,1	$T'T'$ u. qT'	94	8,5
yT' u. yT'	89	18,2	qT' u. qT'	118	18,4
$T'z'$ u. yz'	140	26,2	$T'z'$ u. qz'	97	3,9
yz' u. yz'	36	27′,2	qz' u. qz'	58	20,0

Auf ähnliche Weise findet man:

Neigung von g gegen g . . . . 148° 56',

- - g gegen eine durch Axen b, c gelegte Ebene . . . . 88 52,[illegible]

ferner Neigung von:

$g:P$	150° 52',4	$h:x$	127° 17',0
$g:x$	150 31,3	$i:x$	101 40,1
$o:y$	140 32,5	$m:t$	158 43,4
$o:r$	150 18,0	$m:P$	146 29,8
$n:x$	116 51,8	$g:n$	125 49,7
$n:t$	122 17,1	$q:o$	148 58,3
$o:P$	124 42,5		

Um die Neigungen der verschiedenen Endflächen von der Form $[\alpha a:\beta b:c]$ gegen einander zu berechnen, z. B. von u gegen o, lege man eine Ebene durch die Kanten uu, oo, und die Axe c; diese Ebene bildet offenbar mit den Flächen u, o ein sphärisches Dreieck, in welchem uns die Neigungen der Flächen u, o gegen die eben bezeichnete Ebene $\left(\text{nämlich } \frac{1}{2}\frac{u}{u} \text{ und } \frac{1}{2}\frac{o}{o}\right)$ und die Neigung der beiden Kanten uu und oo gegen einander (nämlich das Complement der Differenz ihrer Neigungen gegen die Axe zu 180°) bekannt sind. Bezeichnet man also die beiden ersten Neigungen mit B, C, die letzten Winkel mit a; endlich die Neigung $\frac{u}{o}$ mit A und die ebenen Winkel, die zwischen den Kanten uu, uo und oo eingeschlossen sind, mit b und c, so ist nach den bekannten Gaussischen Formeln:

$$tg\tfrac{1}{2}(b-c)=tg\tfrac{1}{2}a.\frac{sin\frac{1}{2}(B-C)}{sin\frac{1}{2}(B+C)}$$

$$tg\tfrac{1}{2}(b+c)=tg\tfrac{1}{2}a.\frac{cos\frac{1}{2}(B-C)}{cos\frac{1}{2}(B+C)}$$

$$cos\tfrac{1}{2}A=sin\tfrac{1}{2}a.\frac{sin\frac{1}{2}(B-C)}{sin\frac{1}{2}(b-c)}$$

Diese Formeln sind so bequem zur Rechnung, und führen so schnell zum Ziele, besonders wenn man mehrere Winkel zu berechnen hat, dafs sie in ähnlichen Fällen vorzugsweise anzuwenden sind.

Man findet vermittelst dieser Formeln die Neigung von:

$o:T'$	123°	1',6	$g:o$	153°	49',8
$o:z'$	124	59,2	$g:T$	98	48,2
$s:T'$	128	15,6	$g:T'$	96	51,6
$u:T'$	149	40,4	$g:z$	104	3,4
$u:o$	153	21,0	$g:z'$	102	55,6
$o:v$	146	1,2	$n:g$	143	50,8
$v:T'$	146	2,8	$n:m$	143	33,8
$v:z$	158	58,4	$n:s$	146	58,8
$v:n$	129	11,6	$n:d$	150	0,2
$o:n$	136	15,2	$d:T$	158	53,0
$n:T$	128	53,0	$h:T$	121	21,0
$n:T'$	95	14,4	$i:T$	127	4,0
$n:z$	140	12,4			

Von diesen Neigungen lassen sich einige schon aus andern durch blofse Subtraction oder Addition finden, indem die Flächen, die sie bilden, in einer Zone liegen; es ist aber besser, sie besonders zu berechnen, damit man die auf beiden Wegen gefundenen Werthe controliren und sich so überzeugen könne, dafs kein Fehler in der Rechnung vorgefallen ist, was bei einer so grofsen Menge Winkel so leicht geschieht. Alle angeführten Winkel sind mit Logarithmen von 5 Decimalen berechnet, so dafs man nicht immer einer 0',1 sicher ist. Wenn man die Gaussischen Formeln anwendet, berechnet man mit jeder Neigung zugleich zwei ebene Winkel; ich habe diese indefs der Kürze wegen, und weil sie uns nicht besonders interessiren, weggelassen. Ich will sie nur für Fig. 1. Taf. IV. vollständig anführen.

Ebener Winkel zwischen den Kanten:

T'T' u. *T'y*	. .	125°	16'	*nT* u. *nz*	. .	140°	23'
T'y u. *T'u*	. .	130	43	*nz* u. *nM*	. .	136	27
T'u u. *T'v*	. .	143	39	*nM* u. *nv*	. .	129	6
T'v u. *T'z'*	. .	140	21	*nv* u. *no*	. .	134	4
T'z' u. *z'v*	. .	96	47	*no* u. *nP*	. .	96	50
z'M u. *vM*	. .	144	16	*vM* u. *vn*	. .	115	47
vM u. *Mn*	. .	99	38	*vn* u. *vo*	. .	117	16
Mn u. *Mz*	. .	116	7	*vo* u. *vu*	. .	126	57
Mz u. *nz*	. .	96	47	*vu* u. *uo*	. .	84	44
Tz u. *nT*	. .	125	16	*on* u. *ov*	. .	94	52
nT u. *Tt*	. .	94	23	*on* u. *oP*	. .	121	26
tT u. *TT*	. .	140	21	*oP* u. *ox*	. .	110	33
Tt u. *Tt*	.	66	39	*ou* u. *ov*	. .	143	42
Tt u. *tn*	. .	113	21	*Po* u. *Pn*	. .	123	22
tn u. *tP*	. .	123	20	*Po* u. *Px*	. .	146	38
Pn u. *nt*	. .	129	6	*uy* u. *T'y*	. .	135	21
nt u. *nT*	. .	134	4	*T'y* u. *T'y*	. .	89	18

II.

Ich habe in meiner Abhandlung über die Krystallisation des Kupfervitriols *) gezeigt; dafs jedwede drei Durchschnittslinien in einem System von Krystallflächen als Axen dienen können. Dieser Linien giebt es aber viele, und es fragt sich, welche von ihnen man vorzugsweise als Axen ansehen soll.

Die meisten Krystalle sind so gebildet, dafs immer mehrere Flächen sich unter parallelen Linien schneiden. Auf diese Weise erscheinen an denselben mehrere Zonen von Flächen, deren Axen man vorzugsweise als Axen des ganzen Systems von Flächen, welche den Krystall ausmachen, ansehen kann. Aber auch dieser Axen giebt es gewöhnlich mehr als drei, und wir müssen wieder

*) Siehe diese Annalen, Jahrgang 1826, St. 9.

unter ihnen wählen Man unterscheidet deshalb gewisse Hauptzonen, als diejenigen, in welchen die allermeisten Flächen liegen; unter den Axen dieser Hauptzonen giebt es in den meisten Fällen drei, die rechte oder überhaupt solche Winkel unter einander machen, welche Tautometrie herbeiführen; und diese nimmt man alsdann als die wahren Axen an. Wo sich alle diese Axen unter schiefen Winkeln schneiden, ist die Wahl willkührlicher; aber auch in diesem Fall lassen sich gewisse Regeln vorschreiben, wie aus dem Folgenden hervorgehen wird.

Die Hauptzonen stehen also in der engsten Verbindung mit der Grundform, und deuten unmittelbar auf dieselbe hin. In den Systemen des Rhomboëders und der geraden Octaëder ist dieser Zusammenhang besonders deutlich wahrzunehmen, so dafs man bei diesen Formen nur der Vertheilung der parallelkantigen Flächen zu folgen braucht, um sogleich diese Grundform zu erkennen; da ferner bei diesen Systemen die horizontalen Axen mit den verticalen, und bei den Octaëdern auch die horizontalen Axen unter einander rechte Winkel machen sollen, so ist die Wahl unter mehreren Axen, die sich dem Beobachter darbieten, so beschränkt, dafs hier fast nichts der Willkühr überlassen bleibt. Nur beim Rhomboëder und Quadratoctaëder kann die Wahl zwischen den Axen der für's Erste angenommenen Grundform und den Axen des nächst stumpferen Körpers zweifelhaft bleiben. Verfährt man eben so bei den Systemen der schiefen Octaëder, d. h. geht man nur von der respectiven Lage wirklich und in grofser Anzahl existirender und nicht von der Lage blofs denkbarer Flächen aus, so wird man nothwendig auf schiefwinkliche Axen geführt, die wenigen Fälle ausgenommen, wo eine Reduction auf rechtwinkliche Axen sich gewissermafsen von selbst darbietet, z. B. beim Pyroxen.

Es sey, Fig. 5. Taf. IV., der durch die Axen $a_{,}$, c

gelegte Durchschnitt eines schiefen Rhombenoctaëders; BD ist die Halbaxe a_s *); AD die Halbaxe c; AB ist eine vordere Endkante, deren gerade Abstumpfungsfläche, auf die schiefwinklichen Axen BD, AD bezogen, folgendes Zeichen hat:

$$[a_s : \infty b : c].$$

Wir wollen nun eine mit AC rechtwinkliche Axe BC ziehen, so kann man BD auch als eine Endkante ansehen, an dem geraden Rhombenoctaëder, dessen Axen mit den Linien AC, BC zusammenfallen. Die Weissischen, auf rechtwinkliche Axen bezogenen Zeichen der geraden Abstumpfungsflächen der Endkanten BD und AB seyen:

$$[a : \infty b : pc] \text{ und } [a : \infty b : mc],$$

so ist offenbar, wenn man $BC = a$ setzt

$$DC = p; \quad AC = m,$$

mithin $$AD = m - p.$$

Es sey BF eine andere vordere Endkante, deren grade Abstumpfungsfläche

$$[a : \infty b : m'c]$$

zum Zeichen habe, alsdann ist $FC = m'$, also

$$FD = m' - p.$$

Die Zeichen der Abstumpfungsflächen der Kanten AB, FB, auf die schiefwinklichen Axen BD, AD bezogen, sind hiernach offenbar, wenn man $BD = a_s$ setzt,

$$[a_s : \infty b : (m - p)c] \text{ und } [a_s : \infty b : (m' - p)c].$$

Will man dem Zeichen der graden Abstumpfungsfläche der Endkante AB, auf die schiefwinklichen Axen bezogen, die Form:

$$[a_s : \infty b : c]$$

geben, so mufs man die Coëfficienten von c in den obigen Zeichen mit $(m - p)$ dividiren, und erhält so:

*) Ich bezeichne die nach vorn gerichtete Halbaxe des schiefen Rhombenoctaëders mit a_s, wo der Exponent s andeuten soll, dafs sie einen schiefen Winkel mit der verticalen Axe c macht.

$$\frac{m'-p}{m-p}$$

als der Werth des Coëfficienten von c im Zeichen der Abstumpfungsfläche irgend eine vordere Endkante, auf schiefwinkliche Axen bezogen, deren Weissisches Zeichen

$$[a:\infty b:m'c]$$

ist.

Ist $m'<p$, oder trifft die Endkante die Axe AC unterhalb D, z. B. in G (Fig. 7. Taf. IV.), so wird der Coëfficient von c im Zeichen, welches sich auf schiefwinkliche Axen bezieht, negativ, welches anzeigt, dafs die in Frage stehende Endkante am schiefen Rhombenoctaëder hinten liegt, während sie beim graden vorn liegt.

Liegt endlich die grade Abstumpfungsfläche der Endkante, deren Weissisches Zeichen

$$[a:\infty b:m''c]$$

sey, hinten, wie z. B. $B'H'$ (Fig. 6. Taf. IV.), so ist offenbar, wenn man BH mit $B'H'$ parallel macht

$$HD=CD+CH.$$

Es ist aber $CD=p$, $HC=CH'=m''$; HD ist der Coëfficient von c im Zeichen der Abstumpfungsfläche, das sich auf schiefwinkliche Axen bezieht, der aber noch vorher mit $m-p$ dividirt werden mufs; dieser Coëfficient ist also:

$$\frac{m''+p}{m-p}.$$

Ich will mich jetzt bemühen, an einem Beispiel zu zeigen, dafs wenn Flächen, die einem schiefen Octaëder angehören, die man aber auf rechtwinkliche Axen bezogen hat, sehr zusammengesetzte Zeichen haben, diese sehr einfach werden, wenn man die natürlichen schiefwinklichen Axen wieder einführt, so dafs in dieser Einfachheit der Zeichen der beste Beweis für die Schiefwinklichkeit der Axen liegt.

Die Grundform des Titanits (oder Sphens) ist nach G. Rose ein grades Rhombenoctaëder, dessen hintere

Endkante von der Fläche P', dessen Basiskanten von den Flächen M, M gerade abgestumpft werden *). Die Weifsischen (auf rechtwinkliche Axen zu beziehenden) Zeichen aller vorkommenden Flächen sind folgende:

Abstumpfungsflächen vorderer und hinterer Endkanten.	Zuspitzungsflächen oder Flächen abgeleiteter Octaëder.
$M = [\ a : b \infty c\ ]$	$o' = [\ a' : \frac{1}{2} b : c\ ]$
$l = [\ a : 3b : \infty c\ ]$	$r' = [\ a' : \frac{1}{6} b : c\ ]$
$q = [\ \infty a : b : \infty c\ ]$	$u = [\ \frac{1}{5} a : \frac{1}{2} b : c\ ]$
$T' = [\ a' : \infty b : c\ ]$	$n = [\ \frac{1}{5} a : \frac{1}{4} b : c\ ]$
$f = [\ a : \infty b : 5c\ ]$*	$d = [\ \frac{1}{5} a : \frac{1}{12} b : c\ ]$
$g' = [\ a' : \infty b : 7c\ ]$*	$w' = [\ \frac{1}{7} a' : \frac{1}{8} b : c\ ]$
$x = [\ a : \infty b : 9c\ ]$	$i' = [\ \frac{1}{10} a' : \frac{1}{3} b : c\ ]$
$y = [\ a : \infty b : 17c\ ]$	$k = [\ \frac{1}{11} a : \frac{1}{2} b : c\ ]$
$v' = [\ a' \infty b : 19c\ ]$	$s = [\ \frac{1}{17} a : \frac{1}{24} b : c\ ]$
$z = [\ a : \infty b : 27c\ ]$	$t' = [\ \frac{1}{19} a' : \frac{1}{12} b : c\ ]$
$h' = [\ a' : \infty b : 55c\ ]$*	

Die Accente zeigen an, dafs die so bezeichneten Flächen hinten liegen. Die mit einem Stern bezeichneten Abstumpfungsflächen vorderer oder hinterer Endkanten kommen nicht wirklich vor; man hat sie nur mit hergesetzt, um zu zeigen, welche Flächen dieser Art noch in der Entwicklung des Systems möglich sind; die Endkanten, welche von diesen Flächen abgestumpft werden, und deren Lage man aus den Coëfficienten von a ersehen kann, sind, bis auf die letzte h', Durchschnittslinien vorkommender Flächen; f stumpft nämlich die Endkante nn ab; y' die Endkante von $w' w'$. Man kann diese Liste noch mit folgenden Flächen vermehren:

$\xi = [a' : \infty b : 10c]$* und $\vartheta = [a : \infty b : 11c]$*,

welche die Endkanten $i' i'$ und $k k$ abstumpfen.

Bei der ersten Ansicht dieser Zeichen ist es schon auffallend, wieviel weniger einfach die Coëfficienten von a sind,

*) Rose's vortreffliche Abhandlung befindet sich in Jedermanns Händen, so dafs ich es für überflüssig halte, seine Figuren hieher setzen zu lassen. Ueberdiefs braucht man sie nicht *nothwendig*, um das Folgende zu verstehen.

sind, als diejenigen von b; in der That, wenn man nicht die rechte Grundform in Bezug auf die Axe a getroffen hat, so kann der Erfolg davon nur in den Coëfficienten von a sichtbar werden. Wir wollen deshalb versuchen, ein schiefes Rhombenoctaëder als Grundform anzunehmen; die Coëfficienten selbst sollen uns in der Wahl derselben leiten.

Es sey wieder die Fig. 6. Taf. IV. der Durchschnitt eines schiefen Rhombenoctaëders, durch die Halbaxen $a_{,,}$ c gelegt und BC senkrecht auf AC; es sey AB die vordere Endkante, BD die Halbaxe $a_{,}$, und AH' die hintere Endkante des schiefen Rhombenoctaëders. Man ziehe BH parallel mit AH', so ist offenbar

$$AC = 2DC + CH.$$

Nun ist aber, nach dem Vorhergehenden, AC gleich dem Coëfficienten von c im Weissischen Zeichen der Abstumpfungsfläche von AB (oder der vordern Endkante), DC gleich dem Coëfficienten von c im Zeichen der Abstumpfungsfläche von BD (oder der Basis), und endlich CH gleich dem Coëfficienten von c im Zeichen der Abstumpfungsfläche der hintern Endkante des schiefen Rhombenoctaëders. Wenn also drei Coëfficienten von c in den oben angeführten Zeichen das durch diese Gleichung ausgedrückte Verhältnifs zu einander haben, so kann man von den ihnen zugehörigen Flächen die eine als Basis, die beiden andern als grade Abstumpfungsflächen der vordern und hintern Endkante des schiefen Rhombenoctaëders, das man substituiren will, ansehen. Die Zahlen 5, 7 und 10 genügen aber der obigen Gleichung, denn

$$17 = 2.5 + 7;$$

man kann also f als die Basis, y als die grade Abstumpfungsfläche der vordern, g' als die grade Abstumpfungsfläche der hintern Endkante eines schiefen Rhombenoctaëders ansehen, auf das wir nun auch die übrigen Flächen beziehen wollen. Wir haben nämlich nach dem

Vorhergehenden als Coëfficienten von c, in den Zeichen, die sich auf schiefwinklige Axen beziehen

$$\frac{m^{\prime}-p}{m-p} \text{ für die vordern Flächen}$$

$$\frac{m^{\prime\prime}+p}{m-p} \text{ für die hintern Flächen.}$$

Hier ist $p=s$, $m=17$, $m^{\prime}$ und $m^{\prime\prime}$ sind die Coëfficienten von c in den obigen Weissischen Zeichen der graden Abstumpfungsfläche der vordern uud hintern Endflächen.

Man findet so folgende Coëfficienten von c:

für $P^{\prime}$ .. $\frac{1}{2}$	für $v^{\prime}$ .. 2
- f .. 0	- z .. $\frac{11}{6}$ od besser 2*)
- $g^{\prime}$ .. 1	- $h^{\prime}$ .. 5
- x .. $\frac{1}{3}$	- $\xi^{\prime}$ .. $\frac{5}{4}$
- y .. 1	- ϑ .. $\frac{1}{2}$

Da nun auch

$$5+2.1=7$$
$$17+2.1=19$$
$$1+2.5=11$$

so kann man auch

1) $P^{\prime}$ als die Basis, $g^{\prime}$ als die Abstumpfung der vordern, f als die der hintern Endkante,

2) $P^{\prime}$ als die Basis, y als die Abstumpfung der vordern, $v^{\prime}$ als die der hintern,

3) f als die Basis, ϑ als die Abstumpfung der vordern, und $P^{\prime}$ als die der hintern Endkante ansehen. Diese drei Suppositionen werden drei verschiedene Reihen von Coëfficienten von c geben, unter denen man zu wählen hat. Man sieht leicht ein, daſs man die Suppositionen noch sehr vervielfältigen kann.

*) Da die Fläche z nicht ausgebildet vorkommt, und ihre Lage bloſs durch Messung, und nicht durch Zonen bestimmt worden ist, so ist diese Substitution erlaubt.

haben bisher die Flächen l, l als Säulenflächen
ı, aber es ist möglich, daſs die Zeichen noch
oder wenigstens symmetrischer werden, wenn
Axe c eine andere Lage giebt. Wir wollen
hne die Axe b zu verändern, die Axe c der
und die Axe a der Kante $o'o'$ parallel ziehen.
ey (Fig. 7. Taf. IV.) $BD=ED$ die alte Halb-
D die alte Halbaxe c, AB die Kante ss und AH
e $o'o'$, indem $DH=2ED$; es sey ferner AL
ere Endkante, deren grade Abstumpfungsfläche
Zeichen habe:

$$[\alpha a_s : \infty b : c],$$

also $LD=\alpha a$. Zieht man nun BF parallel
so ist offenbar

$$\frac{AF}{AH}=\frac{BL}{LH}$$

ist aber $BL=LD-BD=a(\alpha-1)$ und
$D+DH=a(\alpha+2)$; also:

$$\frac{AF}{AH}=\frac{\alpha-1}{\alpha+2}.$$

nun AB die neue Axe c, und AH die neue
so ist das Zeichen der Abstumpfungsfläche der
e AL, auf diese neue Axe bezogen, folgendes:

$$\left[\frac{(\alpha-1)}{(\alpha+2)} a_s : \infty b : c\right].$$

r können auch im Allgemeinen dem neuen Coëf-
von a_s folgende Gestalt geben, die keines wei-
weises bedarf

$$\frac{\alpha-n}{\alpha-n'},$$

n' die alten Coëfficienten von a, in den Zeichen
tumpfungsflächen der Endkanten, die als neue
enen sollen, bedeuten; also im obigen Fall $n=1$,
.

zt man z. B. $n=1$, $n'=-1$, oder zieht man die

Axe c der Endkante ss und die Axe $a_{,}$ der Kante w parallel, so bekommt man folgende Coëfficienten von c

für P' . . . 3		für g' . . , ∞
- x . . . $\frac{1}{2}$		- v' . . . -3
- z . . . $-\frac{1}{3}$		- ξ' . . . -9
- f . . . 1		- ϑ . . . $\frac{1}{3}$

Um die Coëfficienten von b zu finden, braucht man i dieselbe Figur (Fig. 7. Taf. IV.) anzusehen. Man zie durch A eine Linie senkrecht auf die Ebene BAH, ist diese Linie die neue Halbaxe b. Man bezeichne d Coëfficienten der neuen Halbaxe b mit β', den Coë cienten der alten durch D gehenden mit β. Denkt n sich nun durch BF eine Ebene gelegt, die mit der du AL gehenden Krystallebene parallel ist, so wird:

1) Die alte Halbaxe b, die durch D geht, so v der durch BF gehenden Ebene geschnitten, d die gegenseitigen Abschnitte sich verhalten wie

$$\frac{AD}{DG}=\frac{BL}{BD}.$$

Wir haben also:

$$\frac{\beta'}{\beta.\frac{BD}{DL}}=\frac{BL}{BD},$$

woraus, da $BD=n$, $DL=\alpha$, $BL=\alpha-n$:

$$\frac{\beta'}{\beta}=\frac{\alpha-n}{\alpha}.$$

Hiernach haben wir folgendes allgemeine Schema d Verwandlung eines Zeichens in das andere.

Altes Zeichen.	Neues Zeichen.
$[\alpha a_{,}:\beta b:c]$	$\left[\frac{\alpha-n}{\alpha-n'}:a_{,}\frac{\alpha-n}{\alpha}\beta b:c\right]$

Beim schiefen Rhombenoctaëder, auf welches si das neue Zeichen bezieht, gehen die Axen c und a de jenigen Endkanten des alten schiefen Rhombenoctaëd parallel, welche von den Flächen $[na_{,}:\infty b:c]$ u

$a_s : \infty b : c$] grade abgestumpft werden, die Halbaxe b bleibt in ihrer frühern Lage parallel.

Die Zeichen der bekannten Flächen am Titanit sind, man $n = 1$ und $n' = -1$ setzt, und wenn man alle fficienten von b durch 3 dividirt, folgende:

Endflächen.

Vordere.		Hintere.
$P' = [3a_s : \infty b : c]$	. .	$v' = [3a'_s : \infty b : c]$
$r' = [3a_s : b : c]$	. . .	$t' = [3a'_s : b : c]$
$o' = [3a_s : 3b : c]$		
$n = [a_s : b : c]$	. . .	$l' = [a'_s : b : c]$
$x = [\frac{1}{2}a_s : \infty b : c]$		$M = [a'_s : \frac{1}{3}b : c]$
$k = [\frac{1}{3}a_s : b : c]$	. . .	$z = [\frac{1}{3}a'_s : \infty b : c]$
		$i' = [9a'_s : 3b : c]$

Säulenflächen.

$$s = [a_s : \tfrac{1}{3}b : \infty c]$$
$$y = [a_s : \infty b : \infty c]$$

Abstumpfungsfläche der Seitenendkante,

$$w' = [\infty a_s : b : c]$$

Man kann diese Aufgabe auch ganz allgemein bedeln, auf folgende Weise:

Es seyen zwei Krystallebenen gegeben, deren Gleingen

$$Ax + By + Cz - 1 = 0$$
$$A_{(1)}x + B_{(1)}y + C_{(1)}z - 1 = 0;$$

seyen ferner drei Linien gegeben, die durch denseln Punkt gehen, und deren Gleichungen folgende sind:

$$\left\{ \begin{array}{l} c(x' - x) + a(z' - z) = 0 \\ c(y' - y) + b(z' - z) = 0 \end{array} \right\}$$
$$\left\{ \begin{array}{l} c'(x' - x) + a'(z' - z) = 0 \\ c'(x' - x) + b'(z' - z) = 0 \end{array} \right\}$$
$$\left\{ \begin{array}{l} c''(x' - x) + a''(z' - z) = 0 \\ c''(x' - x) + b''(z' - z) = 0 \end{array} \right\}$$

ist nach meiner bereits citirten Abhandlung über den pfervitriol (dies. Ann. Bd. 84. p. 71.).

$$\left.\begin{array}{l}\frac{q_{(1)}.p}{p_{(1)}.q}=\frac{(Cc'-Bb'-Aa')(C_{(1)}c-B_{(1)}b-A_{(1)}a)}{(C_{(1)}c-B_{(1)}b-A_{(1)}a)(Cc-Bb-Aa)}\\ \frac{r_{(1)}.p}{p_{(1)}.r}=\frac{(Cc''-Bb''-Aa'')(C_{(1)}c-B_{(1)}b-A_{(1)}a)}{(C_{(1)}c''-B_{(1)}b''-A_{(1)}a'')(Cc-Bb-Aa}\end{array}\right\}..(I)$$

Hier bezeichnen p, q, r die Entfernungen der Durchschnittspunkte der drei Linien mit der ersten Ebene von dem Durchschnittspunkt der drei Linien, und $p_{(1)}$, $q_{(1)}$, $r_{(1)}$ dieselben Gröfsen in Bezug auf die zweite Ebene.

Es sey nun

$$[\alpha a_{,}:\beta b:c]$$

das Zeichen der ersten Krystallebene auf die ursprünglichen Axen bezogen, und

$$[\alpha' a_{,}:\beta' b:c]$$

das Zeichen derselben Ebene auf die drei Linien als Axen bezogen; ferner

$$[\alpha_{(1)} a_{,}:\beta_{(1)} b:c] \text{ und } [\alpha'_{(1)} a_{,}:\beta'_{(1)} b:c]$$

die Zeichen für die zweite Krystallebene, in derselben Beziehung, so ist offenbar

$p=c$	$p_{(1)}=c$
$q=\alpha' a$	$q_{(1)}=\alpha'_{(1)} a$
$r=\beta' b$	$r_{(1)}=\beta'_{(1)} b$

folglich auch

$A=\frac{1}{\alpha a}$	$A_{(1)}=\frac{1}{\alpha_{(1)} a}$
$B=\frac{1}{\beta b}$	$B_{(1)}=\frac{1}{\beta_{(1)} a}$
$C=\frac{1}{c}$	$C_{(1)}=\frac{1}{c}$

Ferner wenn die Zeichen der Krystallebenen, aus deren Durchschnitt die drei Linien entstehen, die wir als neue Axen ansehen wollen, folgende sind:

$[\ \eta a:\vartheta b:c\ ]$ } für die erste Linie oder für die neue
$[\eta_{(1)} a:\vartheta_{(1)} b:c]$ } Axe c
$[\ \eta' a:\vartheta' b:c\ ]$ } für die zweite Linie oder für die neue
$[\eta'_{(1)} a:\vartheta'_{(1)} b:c]$ } Axe a
$[\ \eta'' a:\vartheta'' b:c\ ]$ } für die dritte Linie oder für die neue
$[\ \eta''_{(1)}:\vartheta''_{(1)} b:c\ ]$ } Axe b

ist nach einem bekannten Satze aus der analytischen
eometrie (vergl. die angeführte Abhandlung, p. 72.),
ch den gehörigen Substitutionen

$$= \frac{1}{ab}\left(\frac{1}{n_{(1)}\vartheta} - \frac{1}{n\vartheta_{(1)}}\right) \qquad c' = \frac{1}{ab}\left(\frac{1}{n'_{(1)}\vartheta'} - \frac{1}{n'\vartheta'_{(1)}}\right)$$

$$= \frac{1}{ac}\left(\frac{1}{n_{(1)}} - \frac{1}{n}\right) \qquad b' = \frac{1}{ac}\left(\frac{1}{n'_{(1)}} - \frac{1}{n'}\right)$$

$$= \frac{1}{bc}\left(\frac{1}{\vartheta} - \frac{1}{\vartheta_{(1)}}\right)^{*)} \qquad a' = \frac{1}{bc}\left(\frac{1}{\vartheta'} - \frac{1}{\vartheta'_{(1)}}\right)$$

$$c'' = \frac{1}{ab}\left(\frac{1}{n''_{(1)}\vartheta''} - \frac{1}{n''\vartheta''_{(1)}}\right)$$

$$b'' = \frac{1}{ac}\left(\frac{1}{n''_{(1)}} - \frac{1}{n''}\right)$$

$$a'' = \frac{1}{bc}\left(\frac{1}{\vartheta''} - \frac{1}{\vartheta''_{(1)}}\right)$$

Diese Werthe von p, q etc., A, B, C etc. a, b, c etc.
ı die Gleichungen (I) gesetzt, geben, nach den gehöri-
en Reductionen

$$\frac{\alpha'_{(1)}}{\alpha'} = \frac{[\alpha\beta(n'\vartheta'_{(1)} - n'_{(1)}\vartheta') - \alpha(n' - n'_{(1)})\vartheta'\vartheta'_{(1)} - \beta(\vartheta'_{(1)} - \vartheta')n'n'_{(1)}]}{[\alpha_{(1)}\beta_{(1)}(n'\vartheta'_{(1)} - n'_{(1)}\vartheta') - \alpha_{(1)}(n' - n'_{(1)})\vartheta'\vartheta'_{(1)} - \beta_{(1)}(\vartheta'_{(1)} - \vartheta')n'n'_{(1)}]}$$
$$\times \frac{[\alpha_{(1)}\beta_{(1)}(n\vartheta_{(1)} - n_{(1)}\vartheta) - \alpha_{(1)}(n - n_{(1)})\vartheta\vartheta_{(1)} - \beta_{(1)}(\vartheta_{(1)} - \vartheta)nn_{(1)}]}{[\alpha\beta(n\vartheta_{(1)} - n_{(1)}\vartheta) - \alpha(n - n_{(1)})\vartheta\vartheta_{(1)} - \beta(\vartheta_{(1)} - \vartheta)nn_{(1)}]}$$

$$\frac{\beta'_{(1)}}{\beta'} = \frac{[\alpha\beta(n''\vartheta''_{(1)} - n''_{(1)}\vartheta'') - \alpha(n'' - n''_{(1)})\vartheta''\vartheta''_{(1)} - \beta(\vartheta''_{(1)} - \vartheta'')n''n''_{(1)}]}{[\alpha_{(1)}\beta_{(1)}(n''\vartheta''_{(1)} - n''_{(1)}\vartheta'') - \alpha_{(1)}(n'' - n''_{(1)})\vartheta''\vartheta''_{(1)} - \beta_{(1)}(\vartheta''_{(1)} - \vartheta'')n''n''_{(1)}]}$$
$$\times \frac{[\alpha_{(1)}\beta_{(1)}(n\vartheta_{(1)} - n_{(1)}\vartheta) - \alpha_{(1)}(n - n_{(1)})\vartheta\vartheta_{(1)} - \beta_{(1)}(\vartheta_{(1)} - \vartheta)nn_{(1)}]}{[\alpha\beta(n\vartheta_{(1)} - n_{(1)}\vartheta) - \alpha(n - n_{(1)})\vartheta\vartheta_{(1)} - \beta(\vartheta_{(1)} - \vartheta)nn_{(1)}]}$$

*) Man mufs hier wieder nicht die Coëfficienten a, b, c mit den in den zweiten Gliedern vorkommenden Halbaxen a, b, c verwechseln. Ich habe die Zeichen nicht geändert, damit man die Beziehungen dieser Formeln auf die schon bekannten leichter finde.

Diese Formeln werden viel einfacher, wenn man die Ebenen, aus deren Durchschnitt die drei Linien, oder die neuen Axen, entstehen, schicklich wählt. Es ist klar, dafs beim schiefen Rhombenoctaëder die erste Linie, oder die neue Halbaxe c als die Durchschnittslinie zweier Krystallebenen angesehen werden kann, die rechts und links die alten Halbaxen b und b' in demselben Verhältnifs schneiden, so dafs also

$$\vartheta = -\vartheta_{(1)},$$

Eben so kann man auch, in Bezug auf die neue Axe a

$$\vartheta' = -\vartheta'_{(1)}$$

setzen. Da die neuen Axen a, c immer in Bezug auf die alten als Endkanten des schiefen Rhombenoctaëders angesehn werden können, so ist auch

$$n = n_{(1)} \text{ und } n' = n'_{(1)}.$$

Nimmt man auf diese Gleichungen Rücksicht, so verwandelt sich die erste von den obigen Formeln in folgende:

$$\frac{\alpha'_{(1)}}{\alpha'} = \frac{(\alpha_{(1)} - n)}{(\alpha_{(1)} - n')} \cdot \frac{(\alpha - n')}{(\alpha - n)}$$

Da $\alpha'_{(1)}$ offenbar nur von $\alpha_{(1)}$ und α' nur von α abhängen kann, und da überdiefs hier nur von Verhältnifszahlen, nicht von absoluten Gröfsen die Rede ist, so kann man die Faktoren von einander trennen, und zwei Gleichungen aus der einen machen:

$$\alpha_{(1)} = \frac{(\alpha_{(1)} - n)}{(\alpha_{(1)} - n')} \text{ und } \alpha' = \frac{(\alpha - n)}{(\alpha - n')}$$

welche beide mit der schon oben für diesen Fall geometrisch entwickelten Gleichung identisch sind.

Die Formel für β' wird auch sehr einfach. Man kann offenbar die Axe b ansehen als entstanden aus dem Durchschnitt zweier Krystallflächen von der Form:

$$[a_1 : \infty b : c] \text{ und } [a'_1 : \infty b : c],$$

so dafs also $n'' = -n''_{(1)}$ und $\vartheta'' = \vartheta''_{(1)} = \infty$. Diese Werthe in die zweite Formel gesetzt giebt:

$$\frac{\beta'_{(1)}}{\beta'} = \frac{\beta_{(1)} \cdot \alpha}{\beta \alpha_{(1)}} \cdot \frac{(\alpha_{(1)} - n)}{(\alpha - n)}$$

Man kann hieraus wieder zwei Gleichungen machen

$$\beta'_{(1)} = \beta_{(1)} \frac{(\alpha_{(1)} - n)}{\alpha_{(1)}} \text{ und } \beta' = \beta \cdot \frac{\alpha - n}{\alpha}$$

welche wieder mit den bereits oben entwickelten identisch sind.

Auf ähnliche Weise, wie die Formen des Titanits, kann man auch die Formen des Epidots, Gypses etc. behandeln, die auf rechtwinklige Axen bezogen ebenfalls mehr oder weniger complicirte Zeichen bekommen. Wir wollen uns indefs nur noch mit der Anwendung unserer Formeln auf das ganz unsymmetrische Octaëder beschäftigen.

Die vorzüglichsten Flächen des Kupfervitriols sind folgende:

$i = [\ a_s : b_s : c\ ]$	$T = [\ a_s : 3b_s : c\ ]$
$x = [\ a'_s : 3b'_s : c\ ]$	$z = [\ a'_s : 3b_s : c\ ]$
$P = [\ a_s : b'_s : c\ ]$	$u = [\ a'_s : \frac{3}{5}b'_s : c\ ]$
$k = [\ a'_s : b'_s : c\ ]$	$y = [\ a_s : \frac{3}{5}b'_s : c\ ]$
$s = [\ a'_s : b_s : c\ ]$	$n = [\ a_s : \infty b_s : \infty c\ ]$
$M = [\ a_s : 3b_s : c\ ]$	$r = [\ \infty a_s : b_s : \infty c\ ]$

Man sieht aus den Zeichen selbst, dafs das Grundoctaëder dasjenige ist, welches von den Flächen *i*, *P*, *k*, *s* gebildet wird. Wir wollen jetzt ein anderes Grundoctaëder versuchen, nämlich dasjenige, in welchem *c* und *a* eben so liegen, wie im frühern, in welchem *P* ebenfalls als Octaëderfläche auftritt, dessen Basiskante aber von *T* abgestumpft wird.

Die Ebene, in welcher die Halbaxe *b* liegt, geht durch die Kante *P T* und zugleich durch die Halbaxe *a*, die unverändert bleibt. Man kann sie also als eine Fläche betrachten, welche in der Zone der Flächen *P*, *T* liegt, und in deren Zeichen der Coëfficient von a_s gleich ∞ ist; das Zeichen dieser Fläche ist also **):

$$[\infty a_s : \tfrac{3}{2} b'_s : c].$$

*) Hier wird wieder durch den Exponenten *s*, der den Zeichen der Halbaxen *a* und *b* angehängt wird, bezeichnet, dafs sie einen schiefen Winkel mit der verticalen Axe *c* machen.

**) Es seyen $\left[\frac{1}{p}a : \frac{1}{q}b : \frac{1}{r}c\right]$ das Zeichen einer Fläche, die in die Zone der Flächen:

Nun entsteht offenbar die neue Halbaxe b aus dem Durchschnitt dieser Ebene mit n; die Halbaxe a aus dem Durchschnitt dieser Ebene mit r; die Halbaxe c endlich aus dem Durchschnitt der Flächen n und r; wir haben also:

$$n'' = \infty \;;\; n''_{(1)} = 0 \;\Big|\; n' = \quad;\; n'_{(1)} = 1 \;\Big|\; n = 0;\; n_{(1)} = 1$$
$$\vartheta'' = -\tfrac{3}{2};\; \vartheta''_{(1)} = 1 \;\Big|\; \vartheta' = -\tfrac{3}{2};\; \vartheta'_{(1)} = 0 \;\Big|\; \vartheta = 1;\; \vartheta_{(1)} = 0$$

Diese Werthe in die obigen Gleichungen gesetzt, geben

$$\frac{\alpha'_{(1)}}{\alpha'} = \frac{\alpha_{(1)}}{\alpha} \quad \text{und} \quad \frac{\beta'_{(1)}}{\beta'} = \frac{\beta_{(1)}(\beta + \frac{3}{2})}{\beta(\beta_{(1)} + \frac{3}{2})}$$

Da wir wieder P als eine Octaëderfläche an der neuen Grundform ansehen, so ist

$$\alpha' = \alpha = 1 \quad \text{und} \quad \beta' = \beta = -1$$

und wir können die Coëfficienten $\alpha'_{(1)}$, $\beta'_{(1)}$ in den auf die neuen Axen sich beziehenden Zeichen leicht aus den Coëfficienten $\alpha_{(1)}$, $\beta_{(1)}$ in dem alten Zeichen berechnen. Man findet so folgende Zeichen für die zwölf Flächen des Kupfervitriols:

$$P = [\; a_s : b'_s : c \;] \qquad z = [\; a'_s : \tfrac{1}{3} b_s : c \;]$$
$$k = [\; a'_s : b'_s : c \;] \qquad u = [\; a'_s : \tfrac{1}{3} b'_s : c \;]$$
$$x = [\; a'_s : b_s : c \;] \qquad i = [\; a_s : \tfrac{1}{5} b_s : c \;]$$
$$y = [\; a_s : \tfrac{1}{3} b'_s : c \;] \qquad s = [\; a'_s : \tfrac{1}{5} b_s : c \;]$$

$$\left[\frac{1}{p'} a : \frac{1}{q'} b : \frac{1}{r'} c\right] \quad \text{und} \quad \left[\frac{1}{p''} a : \frac{1}{q''} b : \frac{1}{r''} c\right]$$

und zugleich in die Zone der Flächen

$$\left[\frac{1}{p'''} a : \frac{1}{q'''} b : \frac{1}{r'''} c\right] \quad \text{und} \quad \left[\frac{1}{p^{IV}} a : \frac{1}{q^{IV}} b : \frac{1}{r^{IV}} b\right]$$

fällt, so ist:

$$p(r'q'' - r''q') + p'(qr'' - q''r) + p''(q'r - r'q) = 0$$
$$p(r'''q^{IV} - r^{IV}q''') + p'''(qr^{IV} - q^{IV}r) + p^{IV}(q'''r - qr''') = 0$$

Diese beiden Gleichungen reichen hin, um die unbekannten Coëfficienten p, q, r zu finden, da man immer einen von ihnen willkührlich der Einheit gleich setzen kann. In unserm Fall haben wir

$$\left.\begin{matrix} p = 0 \\ r = 1 \end{matrix}\right\} \text{ und } \begin{matrix} p' = 1 \\ q' = -1 \\ r' = 1 \end{matrix} \;\Bigg|\; \begin{matrix} p'' = 1 \\ q'' = -\tfrac{1}{3} \\ r'' = 0 \end{matrix}$$

folglich blofs vermöge der ersten Gleichung $q = -\frac{2}{3}$

$M = [\ a_s : b_s : \infty c\ ]$ $\qquad$ $n = [a_s : \infty b_s : \infty c]$
$T = [\ a_s : b'_s : \infty c\ ]$ $\qquad$ $r = [\infty a_s : b_s : \infty c]$

III.

Um nun wieder auf den Feldspath zurückzukommen, ne jedoch diesen Gegenstand erschöpfen zu wollen, so nn man auch hier versuchen, eine andere Axe zu sub- tuiren. Die einfachste Annahme ist hier, $n = 1$ und $= -1$ zu setzen, d. h. die verticale Axe der Fläche P, e Basis aber der Fläche x parallel zu nehmen. Man kommt so folgende Zeichen der Flächen des Adulars.

$P = [a_s : \infty b : \infty c]$	$z = [\ a'_s : \frac{1}{3} b : c\ ]$
$x = [\infty a_s : \infty b : c]$	$t = [\frac{2}{3} a'_s : \infty b : c]$
$q = [2 a_s : \infty b : c]$	$d = [\ \frac{2}{3} a'_s : \frac{1}{2} b : c\ ]$
$g = [\ a_s : b : c\ ]$	$m = [\ \frac{1}{2} a'_s : b : c\ ]$
$r = [4 a_s : \infty b : c]$	$o = [\ \infty a_s : b : c\ ]$
$y = [\ 2 a'_s : \infty b : c\ ]$	$s = [\infty a_s : \frac{1}{3} b : c]$
$u = [\ 2 a'_s : b : c\ ]$	$n = [a_s : \frac{1}{2} b : \infty c]$
$v = [\ 2 a'_s : \frac{1}{2} b : c\ ]$	$h = [a_s : \frac{3}{2} b : \infty c]$
$k = [\ a'_s : \infty b : c\ ]$	$i = [a_s : \frac{1}{6} b : \infty c]$
$T = [\ a'_s : b : c\ ]$	$M = [\infty a_s : b : \infty c]$

Die Coëfficienten von a_s bilden hier für die vorde- n Flächen folgende Reihe:

2, 1,

ejenigen der hintern aber folgende:

4, 2, 1, $\frac{2}{3}$,

ıd sie sind, wie man sieht, bedeutend einfacher geworn, was um so merkwürdiger ist, da die hier substiuirte ‹e mit der optischen Axe des Adulars zusammenfällt.

III. *Bemerkungen über die Chromoxyde.*

Die Untersuchung von Maus über das braune Chromoxyd (Ann. Bd. 85. S. 127.), bemerkt Berzelius in seinem 8. Jahresberichte, S. 119. d. O., scheint mit Genauigkeit und Ueberlegung angestellt zu seyn; dessen ungeachtet wäre es möglich, dafs seine Beobachtungen nicht zu dem von ihm aufgestellten Schlüssen führten. — Wenn chromsaures Kali mit Chromchlorür gefällt wird, so entsteht, wovon Maus nichts sagt, keine bloſse doppelte Zersetzung; die Flüssigkeit trübt sich beim Vermischen zwar sogleich und wird dunkelgelb, aber bald ändert sie ihre Farbe, wird braun, und ein brauner Niederschlag bleibt ungelöst. Ein Ueberschufs von einem der Salze fällt oder verändert nicht die braune Lösung; es hat sich hier folglich keine mit den chromsauren Salzen proportionale Verbindung zwischen der Säure und dem Oxyd gebildet, sondern eine lösliche und eine unlösliche. Die lösliche ist von Maus analysirt, uud besteht nach ihm aus 6 At. Chrom und 15 At. ~~Chrom~~, d. i. aus 2 At. Chrom und 5 At. Sauerstoff, also ist ihre Zusammensetzung proportional der Unterschwefelsäure. In dem Gefällten ist es natürlich eine Verbindung von 1 At. Chrom und 2 At. Sauerstoff zu vermuthen, und in diesem Falle werden, wenn man chromsaures Kali durch Chromchlorür fällt, 7 At. $\ddot{Ch}$ gegen 2 At. $\dddot{Ch}$ gebildet. Dafs diese Verbindungen so leicht in Chromsäure und Chromoxydul zerfallen, beweist eben so wenig, dafs man sie nicht als bestimmte Oxydationsgrade ansehen könne, als der Umstand, dafs die unterschweflichte Säure dureh Wasser in schweflichte Säure und Schwefel zersetzt wird, oder der, dafs die concentrirte salpetrichte Säure durch Verdünnung oder durch Sättigung mit Basen in Salpetersäure und Stickstoffoxydgas zerfällt, als Beweis zu betrachten ist, dafs die unterschweflichte Säure oder salpetrichte Säure keine bestimmte Oxydationsstufe vom Schwefel oder Stickstoff sey.

Möglich ist, dafs diese braunen Oxydationsstufen des Chroms sogar wie Säuren mit Basen verbunden werden können, obgleich dazu Umstäude erforderlich sind, die man noch nicht kennt. Liebig hat gefunden (Schweigger's Journ. LI. S. 374.), dafs Chromoxydulhydrat, beim Zutritt der Luft mit kaustischem Ammoniak digerirt, unter Verschluckung von Sauerstoff mit colombinrother Farbe aufgelöst wird, obgleich die Lösung keine Chromsäure enthält.

IV. *Ueber Leidenfrost's Versuch;* *von G. W. Muncke.*

(Vorgelesen in der Gesellschaft für Naturwissenschaften und Heilkunde zu Heidelberg, am 10. Mai 1828.)

Vor mehr als funfzig Jahren wollte der bekannte Arzt und Professor in Duisburg, Leidenfrost, diejenige Erde genauer kennen lernen, welche, nach der damaligen Ansicht der Natur, als viertes Element aus dem Wasser durch Verdickung entstehen sollte, und tröpfelte daher eine grofse Menge desselben in einen heifsen eisernen Löffel, um nach der Verdampfung des feineren Antheils den gröberen erdigen zurückzubehalten. Zufällig beobachtete er hiebei, dafs die Verdampfung des Wassers bei grofser Hitze des Löffels langsamer erfolgte, und dafs bei anfangendem Glühen des Metalls der Tropfen nach aufgehobener Adhäsion gegen die Oberfläche desselben sehr langsam verdampfend in der Vertiefung hin und her rollte *). Dieses paradoxe, vom Beobachter nicht erklärte, Phänomen erregte Aufmerksamkeit, und Klaproth wiederholte daher den Versuch in sofern mit gröfserer Genauigkeit, als er die Zeit mafs, welche gleiche Tropfen bei zunehmender Hitze des Löffels zur vollständigen Verdampfung bedurften **). Ob die von diesem berühmten Naturforscher angegebenen Zahlenbestimmungen genau richtig sind, lasse ich auf sich beruhen, mufs jedoch bezweifeln, dafs die Zeiten des Verdampfens der Intensität des Glühens direct proportional sind. Seitdem wurden diese Versuche sehr häufig wiederholt, und als man die Zusammensetzung des Wassers aus zwei Gasar-

*) *Leidenfrost, de aquae com. nonnullis qualitatibus. Duisb.* 1756. 4. Eine seltene Dissertation.

**) Allgem. Journ. der Chemie, VII. p. 646.

ten kennen gelernt hatte, nahm man allgemein als Erklärungsgrund an, das Wasser werde in so groſser Hitze nicht verdampft, sondern vielmehr zersetzt, indem das glühende Metall den Sauerstoff aufzunehmen disponirt werde, der Wasserstoff aber entweiche, und weil hiezu eine bedeutende Menge Wärme erforderlich sey, so gehe die Zerstörung des Wassers nur langsam vor sich. Genau genommen stand diese Erklärung mit den Resultaten der Beobachtungen nicht vollständig im Einklange; denn von demjenigen Punkte der Erhitzung des Metalles an, bei welchem die Zersetzung des Wassers anfing, muſste sie mit zunehmender Hitze rascher vor sich gehen, mithin die Zeit bis zur völligen Zerstörung der Tropfen kürzer werden, wie die Beobachtung nicht ergab. Bei der Vervielfältigung der Versuche fand man indeſs bald, daſs das Phänomen sich nicht bloſs bei der Anwendung eiserner oder kupferner Löffel zeigte, sondern in silbernen und platinenen auf gleiche Weise erfolge, wonach also diese Erklärung von selbst über den Haufen fiel.

Unterdeſs fand Rumford den groſsen Einfluſs auf, welchen die Blänke der Oberfläche auf die Ableitung der Wärme ausübt, erklärte daher das Phänomen daraus, daſs das blanke Metall dem Tropfen überhaupt nur wenige Wärme zuführe, und erwähnte zugleich, daſs man aus demselben Grunde einen Wassertropfen an einem kleinen Hölzchen geraume Zeit ohne eintretende Verdampfung in eine Kerzenflamme halten könne *). Der letzte Versuch wollte mir nie gelingen, weil der Tropfen als kälterer Körper sogleich eine Menge Kohlenstoff in sich aufnimmt, und dadurch die Blänke seiner Oberfläche verliert. Hiervon abgesehen widerlegt sich Rumford's Erklärung von selbst. Wäre nämlich die Blänke der Oberfläche und dadurch bedingte verminderte Wärmeableitung die Ursache des Phänomens, warum tritt es nicht bei geringerer Hitze ein? Nimmt man aber einen

*) *Gilb.* Annalen der. Phys. XVII. p. 33.

möglichst polirten silbernen Löffel, erhitzt ihn bis wenig über den Siedepunkt des Wassers, und läfst einen Tropfen Wasser hineinfallen, so verdampft dieser mit Zischen augenblicklich. Wird dann aber der Löffel stärker erhitzt, so nimmt die Oberfläche desselben eine gelbröthliche, in's Braune übergehende, Farbe an, verliert bedeutend an Politur und Blänke, und dann erst erhält sich der hineingeworfene Tropfen eine bedeutend lange Zeit unzerstört. Ein anderer eben so leichter Versuch führt auf gleiche Weise zur vollständigen Widerlegung der aufgestellten Hypothese. Man darf nämlich nur einen silbernen Caffee-Löffel mit der innern Seite einige Augenblicke über eine Lichtflamme halten, dadurch seine Oberfläche mit einer dünnen Lage Rufs überziehen und dann erhitzen, so wird der Tropfen auf gleiche Weise nicht verdampft werden.

Später nahm man sehr allgemein an, bei hoher Temperatur werde im ersten Momente ein sehr elastischer Dampf gebildet, welcher die aus dem Metalle strömende Wärme aufnehme und zu seiner Bildung verwende, dessen Quantität aber nicht grofs seyn könne, weil die latente Wärme des Dampfes so ausnehmend grofs (=640° C. von 0° an gerechnet) sey. Der so gebildete elastische Dampf soll dann den Wassertropfen von der Fläche des Metalles zurückhalten, wodurch die Mittheilung der Wärme vermindert, und somit die Verdampfung verzögert werde, so dafs mit zunehmender Temperatur der Tropfen langsamer schwinde, in sofern die mehr elastischen Dämpfe derselben in gröfserer Entfernung hielten. Als eine Unterstützung dieser Hypothese sollte dann Döbereiner wahrgenommen haben, dafs der Tropfen allezeit sich in einem mefsbaren Abstande von der Metallfläche befinde, aufserdem in Gemäfsheit des stets gebildeten und zugleich entweichenden Dampfes schnell rotire, wodurch er der Metallfläche anhaltend neue Punkte seiner Oberfläche darbiete, übrigens endlich sich bis zur Gröfse einer Wall-

weckte, bei näherer Ueberlegung aber entstanden bedeutende Zweifel, die ich nicht unbeachtet lassen weil jedes Phänomen doch nothwendig übereinsti mit bekannten und hinlänglich begründeten Naturg erklärt werden mufs. Folgendes sind die bedeut unter diesen Bedenklichkeiten.

1) Warum heben die Dämpfe den Wasser nicht dann, wenn derselbe die Siedehitze hat, weniger von ihm aufgenommen werden, als später derselbe entschieden unter der Siedehitze erwärm

2) Ist es überhaupt denkbar, dafs Wasser auch ohne irgend einen Grund, zugegeben, dafs si nach der bis zur Siedehitze allgemein stattfindeden durch den Tropfen in die Höhe steigen sollten, si ter demselben so lange erhalten könnten, um il der Metallfläche zurückzutreiben? Die in der Ber mit einer siedendheifsen Metallfläche gebildeten I dringen nämlich so schnell durch das gleichfalls si heifse Wasser (welches doch nothwendig einen ren Widerstand entgegen setzen müfste, als die bende Luft), dafs eine Berührung des Wassers u talles dadurch nicht aufgehoben wird, wie ist es bar, dafs das Letztere dann stattfinden sollte, we Dämpfe weit elastischer sind, und ungehindert ül

*) Schweigg. Journ. XXIX. p. 43. (Auch dies. Ann. p. 211. und Bd. 87. p. 447. *P.*) Dafs manche in die suchen mehr, als der Beobachter selbst, gefunden habe nachher erwähnt werden.

rfläche des Tropfens hingleitend entweichen kön-
! Werden aber die dichteren und mehr elastischen
ıpfe so schnell und in so kurzer Zeitfolge gebildet,
ı hiedurch eine Trennung des Tropfens von der Me-
che bewirkt würde, so mufs nothwendig der Tropfen
h diese Verdampfung schneller verzehrt werden, als
r der Siedehitze. Auf die Rotation (worüber später
nähere Bestimmungen vorkommen werden), und die
rch der Metallfläche stets auf's Neue dargebotenen
te gebe ich gar nichts. Denn sobald man das un-
er Siedehitze erwärmte Wasser umrührt, nimmt viel-
die Stärke der Verdampfung zu, je schneller man
t.

3) Wird nicht blofs die im ersten Einwurfe, son-
auch die im zweiten gerügte *petitio principii* zugege-
so fehlt es dennoch der Erklärung an innerer Con-
enz, und sie führt vielmehr zu Widersprüchen mit
selbst, wie folgende Darstellung ergiebt. Es wird
ommen, die heifsere Metallfläche bilde elastischere
fe, welche dann nicht mehr durch das Wasser des
fens dringen, sondern dieses in die Höhe heben,
so lange darunter verweilen sollen, dafs dadurch
langsamere Verdampfung bewirkt und der Tropfen
iger Entfernung von der Metallfläche erhalten werde.
ehr dieses auch mit andern Erscheinungen und Ge-
n im Widerspruche ist, mag es doch einstweilen zu-
ben werden. Dann aber wird durch diese Wirkun-
der Tropfen selbst kälter, sinkt bedeutend unter die
hitze herab, bietet durch seine Rotation noch oben-
n der heifsen Metallfläche stets neue Punkte dar, letz-
befördert gegen alle Erwartung das Entweichen der
r dem Tropfen befindlichen, die Berührung der hin-
den Dämpfe nicht, und noch aufserdem werden aus
Masse des kälteren Wassers mehr und elastischere
pfe gebildet, als aus dem heifseren.

Sollte wirklich dieses alles, und noch ferner auch

der Umstand zugegeben werden, dafs bei beträchtlich steigender Hitze der Tropfen kälter, die Dämpfe aber elastischer würden, und hienach die Verdampfung langsamer vor sich gehe, so würde es fast besser seyn, beim Anfange der Erklärung im Voraus anzunehmen, es habe der in allen Phänomenen ihren Gesetzen so treuen Natur einmal gefallen, bei diesem specieller gerade die entgegengesetzten zu befolgen.

Meine erste Frage war nun die, ob sich der Tropfen wirklich in mefsbarem Abstande von der Metallfläche befinde. Döbereiner sagt hierüber: »Ich sah deutlich, dafs die Wasserkugel die glühende Metallfläche gar nicht berührt, sondern nur über derselben, so wie eine Glaslinse auf einer Glastafel, schwimmt und durch die ausstrahlende Wärme auf seiner Oberfläche zum Verdampfen gebracht, und dadurch in die rotirende Bewegung gesetzt wird. . . . . Man wird bald bestimmt werden, das eigentliche Sieden des Wassers (und anderer Flüssigkeiten) als das Resultat einer gleichzeitigen Wirkung von Wärme und Adhäsion zu betrachten.» Hierin ist nicht behauptet, dafs ein *mefsbarer* Abstand zwischen Metallfläche und Wasserkugel sey, sondern blofs dafs die Adhäsion aufgehoben werde, und da diese bekanntlich blofs in unmefsbare Ferne von der Oberfläche wirkt, so läfst sich hienach kein mefsbarer Abstand voraussetzen. Um mich indefs factisch von der Sache zu überzeugen, legte ich eine als sogenannte Cohäsionsplatte ganz eben geschliffene Scheibe von Glockenspeise, 2,6 Z. im Durchmesser bei 2,3 Lin. Dicke haltend, auf einen Dreifufs möglichst horizontal, setzte eine starke Weingeistlampe darunter, und erhitzte sie zwar nicht bis zum Glühen, aber doch bis zu derjenigen Temperatur, welche zum Gelingen des Versuches erfordert wird. So viele Mühe ich mir auch um die horizontale Lage der Scheibe gegeben hatte, so gelang es mir doch nur einigemale, einen *Tropfen* auf derselben so lange zu erhalten, als zum

Beobachten erfordert wurde, jedoch liefs sich dieses leicht bewerkstelligen, wenn ich denselben oben mit einer Glasröhre oder einem Holzspahne, einem Drahte u. s. w. berührte und somit festhielt. Die Ebene der Platte war so gelegt, dafs man über derselben weg nach einem offenen Fenster sehen konnte, und ich untersuchte daher, ob man zwischen ihr und dem Tropfen einen Lichtstreifen wahrzunehmen vermöge; allein dieses war durchaus nicht der Fall, und sie sind also einander mehr genähert, als dafs dieses stattfinden könnte.

Die nächste Untersuchung betraf die Rotation, indem ich zu wissen wünschte, wodurch diese veranlafst werde, und ob sie als Bedingung des langsameren Verdampfens anzusehen sey. Dafs letzteres der Fall nicht seyn könnee, dieses läfst sich eben so leicht als einfach nachweisen. Wenn man den Versuch mit einem gewöhnlichen blanken Caffee-Löffel über der Flamme eines Kerzenlichtes anstellt, und dabei also die Hitze nicht sehr steigert, sondern nur so weit, dafs der Tropfen nicht verdampft, die Metallfläche aber nur wenig gefärbt wird, aufserdem aber den Arm auf einer Unterlage festlegt, um den Löffel in völliger Ruhe zu erhalten, so nimmt man häufig wahr, dafs der Tropfen sich ohne alle Rotation in völliger Ruhe befindet, wie insbesondere dann sehr sichtbar wird, wenn sich in demselben ein kleines Luftbläschen gebildet hat. Unter welchen Umständen aber auch der Versuch angestellt wird, so ist es allezeit ein Leichtes, die Wasserkugel zum Stillstehen zu bringen, wenn man sie mit einem Stäbchen von beliebiger Substanz berührt. Dabei tritt dann der merkwürdige Umstand ein, dafs man das Stäbchen auf die Metallfläche stützen kann, ohne dafs die Erscheinung wesentlich dadurch abgeändert wird. Nimmt man hiezu etwa einen Nagel oder einen sonstigen zugespitzten Metallstab, oder auch einen nicht dicken, stumpf abgeschnittenen Draht, und stemmt diesen durch die Wasserkugel gegen die

Metallfläche, so mag wohl die Verdampfung der letzteren etwas schneller vor sich gehen, weil jener mit dem Wasser in unmittelbarer Berührung befindliche Körper selbst eine höhere Temperatur erhält, und durch Mittheilung derselben an das Wasser die Verdampfung des letzteren befördert, im Ganzen aber wird die Erscheinung hiedurch nicht abgeändert. Bedient man sich auf gleiche Weise eines Holzspahns oder eines kleinen Stäbchens von Holz, Elfenbein, Fischbein u. s. w., so scheint die Verdampfung insbesondere dann schneller von Statten zu gehen, wenn der Körper sehr locker ist, z. B. bei einem Stäbchen von weichem tannenen Holze, spanischem Rohre u. s. w. Es mufs hiebei sehr auffallend scheinen, dafs das Wasser nicht in den haarröhrchenartigen Raum dringt, welcher sich zwischen dem Körper und der Metallfläche bildet, und somit schneller verdampft wird.

Dafs also die Rotation der Wasserkugel überall keine Bedingung der langsamen Verdampfung sey, ist hienach völlig erwiesen, schwerer abes ist es, die Ursache der in manchen Fällen sehr starken und anhaltenden Rotation aufzufinden; inzwischen ist mir auch diese insbesondere bei den später zu erwähnenden Versuchen völlig klar geworden. In den wenigsten Fällen ist nämlich die Metallfläche absolut gleich, vielmehr giebt es meistens auf ihr einige rauhere Punkte, welche entweder weniger polirt oder mit etwas Schmutz, Oxyd u. s. w. bedeckt sind. Diese strahlen dann entweder mehr Wärme aus, oder die Adhäsion des Wassers zu ihnen wird weniger aufgehoben; vielleicht wirken auch beide Ursachen gemeinschaftlich, es entsteht eine stärkere partielle Verdampfung, und aus allen diesen Ursachen entsteht übereinstimmend mit den so oft vorkommenden Bewegungen frei schwebender oder leicht beweglicher Körper die auch bei diesen Versuchen gewöhnliche, mehr oder minder starke Rotation.

Unter den verschiedenen Versuchen, welche ich in der Absicht anstellte, die eigentliche Ursache des räthselhaften Phänomens zu ergründen, scheint mir noch folgender einer besonderen Erwähnung werth zu seyn. Dafs man die Erscheinung auch an verdünnten Säuren, Alkohol, ätherischen Oelen u. s. w., auch am Quecksilber wahrnehme, hat Döbereiner bereits beobachtet, und es schien mir daher nicht unwichtig, das Verhalten des Fettes in dieser Hinsicht zu untersuchen. Zu diesem Ende erhitzte ich einen Caffee-Löffel über einem Kerzenlichte stark, und liefs dann einen Tropfen Oel oder ein Stückchen Unschlitt hineinfallen, allein beides wurde unter starkem Rauche verzehrt, ohne sich zu einer Kugel zu formiren. Dann brachte ich in den heifsen Löffel, nachdem er wieder völlig gereinigt war, eine Wasserkugel, und liefs, nachdem diese die gewöhnlichen Erscheinungen darbot, einen Tropfen Oel so herablaufen, dafs er sich der Wasserkugel langsam näherte. Zuweilen gelang es, dafs beide Flüssigkeiten einige Secunden neben einander anscheinend sich berührend lagen, ohne dafs die Wasserkugel sich veränderte, in der Regel aber war eine mit Geprassel verbundene augenblickliche Verdampfung die Folge der wirklichen Berührung.

Als Resultat dieser sämmtlichen Versuche geht so viel unverkennbar hervor, dafs die oben aus triftigen Gründen in Zweifel gezogene Erklärungsart des Phänomens mit der Erfahrung auf keine Weise übereinstimmt, aber leider geben dieselben keineswegs eine genügende Erklärung desselben; denn was Döbereiner darüber gesagt hat, dafs nämlich die nicht mehr dem Metalle adhärirenden Wasserkugeln weit langsamer verdampfen, ist zwar Thatsache, aber keine Erklärung, weil diese zugleich den Grund angeben müfste, warum die Adhäsion aufgehoben, und hiedurch zugleich die Dampfbildung vermindert wird. Schätzbar ist dagegen derjenige Beitrag, welchen dieser Gelehrte zur vollständigern Kenntnifs des

Phänomens geliefert hat, vermöge dessen an eine Zerlegung des Wassers in seine Bestandtheile nicht zu denken ist. Döbereiner hielt nämlich einen hohlen, oben verschlossenen, kupfernen Cylinder über die Wasserkugel, verschlofs diesen beim Wegnehmen mit einem Ventile, öffnete dieses unter Wasser, und fand, dafs letzteres fast den ganzen Raum desselben ausfüllte, mit Ausnahme eines kleinen noch zurückgebliebenen Antheils atmosphärischer Luft.

Für mich war also, wie ich offen bekenne, weder aus eigenen noch aus fremden Versuchen das Phänomen genügend erklärt, als eine höchst merkwürdige, durch Perkins beobachtete, Erscheinung an dasselbe geknüpft wurde. Perkins hörte einst einen durch den Generator seiner Dampfmaschine mit sehr hohem Drucke verursachten heftigen Knall, welcher sowohl ihn selbst als auch andere Umstehende auf die Vermuthung brachte, dafs derselbe geborsten seyn müsse. Um so räthselhafter war ihnen aber, dafs die Maschine dennoch ununterbrochen arbeitete. Als sie daher das Feuer allmählig verminderten und somit der Generator mehr abgekühlt wurde, strömte der Dampf mit entsetzlichem, selbst in der Nachbarschaft Aufsehen erregendem Getöse in's Feuer, und nach Eröffnung des Heitz-Raumes fand sich am Generator unten in der ganzen Breite ein weit offenstehender Rifs. Um zu wissen, warum der Dampf erst nach einiger Abkühlung aus dem Risse geströmt sey, wurde der Heitzraum wieder hergestellt, der Generator zur Glühhitze gebracht, dann Wasser hineingepumpt, und die Maschine fing auf's Neue an zu arbeiten, als ob der Generator unversehrt sey, bis nach abermaliger Abkühlung die frühere Erscheinung wieder erfolgte. Einige Freunde von Perkins meinten, der Rifs ziehe sich durch den Einflufs der starken Hitze zusammen, und um auch hierüber Gewifsheit zu erhalten, liefs er unten in einen gesunden Generator ein Loch bohren, in dieses ein eiser-

nes Rohr mit einer $\frac{1}{8}$ Zoll weiten Oeffnung schrauben, dessen anderes Ende mit einem Hahn verschlossen war, erhitzte den Apparat wie gewöhnlich, bis die Maschine gehörig arbeitete, öffnete dann den Hahn des Rohrs, aus welchem aber weder Wasser noch Dampf entwich. Perkins setzt also diese Erscheinung mit dem bekannten Leidenfrost'schen Versuche in Verbindung, und meint, übereinstimmend mit der oben bestrittenen Hypothese, das Wasser komme gar nicht mit der Oberfläche des so stark erhitzten Metalles in Berührung, sondern stehe bei dieser Temperatur um $\frac{1}{16}$ Zoll davon ab, denn so viel beträgt der halbe Durchmesser der Oeffnung, bis wohin sich von beiden Rändern derselben die Wirkung erstrekken mufste, wenn kein Wasser und Dampf durch dieselbe entweichen sollte *).

Es läfst sich mit Grund erwarten, dafs die Physiker, ohnehin schon geneigt, den räthselhaften Versuch auf die oben angegebene Weise zu erklären, in dem mitgetheilten merkwürdigen Phänomene einen vollständigen Beweis der Hypothese finden werden. Mir selbst erschien anfangs die Sache so evident erwiesen, dafs ich als gewifs voraussetzte, der bei blofs über den Siedepunkt erhitztem Metalle noch nicht mefsbare Abstand des Tropfens wachse bei zunehmender Temperatur so stark, dafs er bei glühendem die als das Minimum von Perkins angegebene Gröfse erreiche. Daher hielt ich es anfangs kaum für der Mühe werth, die Sache noch weiter durch Versuche zu prüfen, bis die Vorstellung der oben mitgetheilten Zweifel in mir lebendiger wurde, und der Wunsch, dafs ein so sehr in das Wesen und die Wirkungsart der Wärme eingreifendes Phänomen mehrseitig untersucht werden mögte, mich zu einer neuen Reihe von Versuchen trieb, bei denen der Dr. phil. Arneth

*) Das in vielen Zeitschriften mitgetheilte Phänomen entlehne ich aus *Ann. chim. et phys. XXXVI p.* 435. Später fand ich dasselbe beschrieben in Poggendorff's Ann. XII. p. 316.

und der Forst-Candidat König stets gegenwärtig waren, mein College, der Geh. Hofrath L. Gmelin aber als Zeuge der wichtigsten Erscheinungen herzugerufen wurde. Ueber das Factische der Beobachtungen war unter uns vieren keine abweichende Ansicht vorhanden.

1) Zuerst wurde eine auf einer Seite ganz eben geschliffene runde eiserne Platte, 2,4 Lin. dick 3 Zoll im Durchmesser haltend, in einer grofsen Kohlenpfanne genau horizontal liegend glühend gemacht. Der Grad des Glühens erreichte nicht völlig das Hellrothe, überstieg jedoch etwas weniges das Kirschrothe, und wenn er am schwächsten war, das Dunkelrothe. Während die Platte auf den stark angefachten Kohlen ruhete und zur Erhaltung des erforderlichen Hitzegrades mit solchen umgeben war, wurden aus dem Stiele einer irdenen Pfeife Wassertropfen darauf gebracht, deren Gröfse von der einer kleinen Erbse bis zu der einer grofsen Haselnufs verschieden war. Nur von den kleinsten blieb zuweilen eine darauf liegen, die gröfseren aber mufsten mit einer Glasstange berührt werden, um sie am Herabgleiten zu hindern. Die strahlende Hitze des Eisens und der Kohlen war so grofs, dafs man das Wasser schnell aus dem Pfeifenrohre herauslaufen lassen mufste; weil es sonst in demselben anfing zu sieden und mit Gewalt herausgeschleudert wurde. Die gröfseren Wasserkugeln nahmen eine abgeplattete Gestalt an, wie diese aus ihrem Gewichte folgte, *keine derselben aber war so weit von der Metallfläche getrennt, dafs ein Lichtstreifen zwischen beiden gesehen werden konnte.* Die Zeit ihrer Verdampfung war ohne genaue Messung bedeutend kürzer, als wenn sie in einem silbernen Löffel über einer Lichtflamme gehalten wären; ein Verdampfen durch Sieden war jedoch keineswegs vorhanden.

2) Statt der eisernen Platte wurde eine messingene von 2 Lin. Dicke und 2 Zoll Durchmesser genommen, auf gleiche Weise erhitzt, und bei dieser gelang es uns,

die hellrothe Glühhitze einigemale vollständig hervorzubringen, weil sie kleiner war, als die eiserne. Die Resultate waren indefs ganz dieselben; die Tropfen wurden mehr abgeplattet, wenn sie gröfser waren, hatten eine Tendenz zum Rotiren, welche indefs durch das Festhalten mit der Glasstange aufgehoben wurde, und einen Lichtstreifen zwischen ihnen und der Metallplatte wahrzunehmen war unmöglich, vielmehr ruheten sie auf derselben in dem Sinne, wie man auch von einem Quecksilbertropfen auf einer Glasplatte dieses sagen würde. Nur einmal bei einem Tropfen von der Gröfse einer grofsen Erbse nahmen zwei Beobachter einen feinen, zwischen ihm und der Oberfläche des Messings durchschimmernden Lichtstreifen wahr, welcher die Dicke von 0,05 Linie haben mochte, und da ich selbst einer der Beobachter war, so bin ich gewifs überzeugt, dafs hiebei keine Täuschung stattfand, allein da die Versuche auch noch nachher bei gleicher und gröfserer Hitze der Platte vielmal wiederholt wurden, ohne dafs sich die nämliche Erscheinung abermals darbot, so ist es einleuchtend, dafs der Tropfen an der etwas zu hoch gehaltenen Glasstange geschwebt haben mufs, denn auf diese Weise konnten wir auch später mit eben solchen Tropfen nach Belieben die Trennung wieder hervorbringen. Wurde die Glasröhre durch die Wasserkugel bis zur Berührung des Metalles gebracht, so erfolgte die Zerstörung des Wassers schneller; ein Holzstäbchen konnte aber nicht hiezu angewandt werden, weil sogleich Verkohlung desselben und damit verbundene schnelle Verdampfung des Wassers eintrat, ein Metalldraht aber wurde durch die Strahlung des heftigen Feuers alsobald so heifs, dafs er das berührte Wasser augenblicklich verdampfte.

3) Aus einem Viertel französischen Laubthaler, dessen Gepräge fast gänzlich weggerieben war, wurde durch Klopfen auf einen kleinen Ambofs eine oben möglichst ebene Scheibe hergestellt, diese kleinere Metallmasse bis

nahe zur Weifsglühhitze gebracht, und mit dieser die Versuche wiederholt. Auch hiebei zeigte sich kein Abstand der Tropfen von der Metallfläche, diese mochte blofs dunkelroth oder stark hellrothglühend seyn, auch war die Zeit der Verdampfung bei gröfserer Hitze eher kürzer als länger, ohne dafs dieses jedoch durch genaue Messung bestimmt wurde.

4) Dieselbe Scheibe wurde durch Klopfen in eine wenig vertiefte Schüssel verwandelt, und wieder erhitzt. Die hineingebrachten Wasserkugeln rotirten, weil es unnöthig war, sie mit der Glasstange zu halten, mehr oder minder stark, boten aber sonst nichts Ausgezeichnetes dar. Es wurden darauf zwei kleine Stecknadeln in Enden von 1,5 bis 2,5 Lin. Länge zerschnitten, und nebst den Knöpfen derselben in das Schüsselchen geworfen, dann nach hergestellter Glühhitze abermals Wassertropfen hineingebracht. Es zeigte sich sehr sichtbar, wie dieselben durch die Spitzen der unordentlich über einander liegenden Drahtenden angezogen, und durch diese schneller verdampft wurden, wobei diese Enden etwas von ihrer Hitze verloren, meistens aber nicht unter die am Tage noch sichtbare dunkele Glühhitze herabgingen. Die völlige Verdampfung erfolgte in weniger als dem vierten Theile der Zeit, als ohne die im Schälchen liegenden Drahtenden. Zufällig zeigte sich bei diesen Versuchen auch der Grund der Rotation. An dem einen Knopfe der Stecknadel befand sich nämlich ein kleines Stückchen Blei, Zinn oder Schnellloth, welches in der Hitze sogleich schmolz, sich mit dem Silber verband, und einen dunkelen Flecken erzeugte. Durch diesen wurde der Tropfen stärker angezogen, als durch die übrige Fläche, und man konnte deutlich wahrnehmen, wie hieraus die Drehung entsprang, noch auffallender wurde dieses durch nachherige Beobachtungen.

5) In nächster Beziehung auf die Versuche von Perkins durchbohrte ich die silberne Scheibe in der Mitte

mit einem Löchelchen von 0,5 Lin., und erhitzte dieselbe in der Kohlenpfanne ganz auf die frühere Weise. Die hineingebrachten Wasserkugeln wurden sehr auffallend durch die Ränder des Löchelchens angezogen, und hiedurch, vielleicht auch durch die in dem Löchelchen existirende aufwärts gehende Bewegung der Luft in heftige Wallung versetzt. Dafs ein Theil des Wassers durch das Löchelchen gefallen sey, konnte von uns nicht sicher beobachtet werden, weil es blofs gleich anfangs beim Hineinbringen oder am Ende von den kleinsten rückbleibenden Resten geschehen seyn müfste; denn während die Tropfen in dem Schälchen sich bewegten und allmählig verdampften, flofs entschieden nichts durch das Löchelchen. Inzwischen erweiterte ich dasselbe, bis es genau 0,8 Lin. oder $\frac{1}{15}$ Par. Zoll im Durchmesser hielt, stellte die Versuche wie vorher an, und nun war es ganz entschieden, dafs auch bei stark hellrother Glühhitze Tropfen vom doppelten Durchmesser durch das Löchelchen fielen. Grofse Tropfen vom zehn- und mehrfachen Durchmesser der Oeffnung erhielten sich allerdings sehr lange in der Vertiefung, und zeigten dann die schon oben angeführten ausnehmend starken Wallungen, so wie sie kleiner wurden fielen sie, zuweilen sogar theilweise, durch das Löchelchen; *kurz dafs ein Löchelchen in einer glühenden Silberplatte von $\frac{1}{15}$ Z. Durchmesser auch ohne mechanischen Druck das Wasser durchlaufen lasse, dieses ist einmal factisch begründet, und über allen Zweifel ausgemacht.*

6) Dieses Resultat steht mit dem durch Perkins gefundenen im Widerspruche, vorausgesetzt, dafs die Wirkung einer dünnen Silberplatte derjenigen einer mehrere Zolle dicken eisernen Wandung gleich ist. Obgleich die bisher untersuchte Wirkung auf das Wasser ohne Zweifel von der Oberfläche des Metalles ausgeht, und nach allen bisherigen Erfahrungen die Art des letzteren keinen Unterschied macht, so wollte ich dennoch in meiner Ver-

suchsreihe der durch Perkins gemachten Beobachtung so nahe kommen, wie möglich. Zu diesem Ende liefs ich mir eine Eisenplatte von 2,5 Z. Seite quadratisch und 11 Lin. Dicke verfertigen, welche oben eine kugelsegmentförmige, 1,3 Lin. tiefe und 1,2 Z. Chorde haltende Vertiefung hatte, und in der Mitte ein durchgehendes Loch von 0,8 Lin. Durchmesser. Diese wurde in einer Esse bei starkem Gebläse bis zur hellrothen Glühhitze gebracht, über den glühenden Kohlen möglichst horizontal gelegt, und dann liefs ich Wasser aus einer irdenen Pfeife in die Vertiefung laufen. Die Beobachtung war wegen der ausnehmenden Hitze schwierig, selbst wenn man das Gesicht mit einem Bogen Pappe schützte. Indefs leidet es keinen Zweifel, dafs im Anfange des Hineinschüttens des Wassers ein Theil desselben in Folge des Herabfallens, und späterhin auch kleine Tropfen durch das Loch drangen. Diese Thatsache, welche sich ungleich leichter als der Versuch von Perkins wiederholt beobachten läfst, ist um so gewisser, weil kein anderweitiger bedingender Umstand dabei von Einflufs seyn kann, und obgleich daher das Factische in der oben mitgetheilten Erzählung nicht wohl in Zweifel zu ziehen ist, so kann doch die zugleich gegebene Erklärung unmöglich statt finden. Am wenigsten scheint es mir möglich gegen die von mir angestellten Versuche eine Einwendung aus der nicht genügenden Hitze herzunehmen, da es fast unmöglich ist, dafs das Metall im Innern des Generators stärker geglühet haben sollte, als die von mir angewandten Platten. Ich hatte indefs die Absicht, das genannte Stück Eisen bis zur vollständigen Weifsglühhitze zu bringen, um auch von dieser Seite jede Einwendung gegen die genaue Uebereinstimmung dieser Versuche mit denen von Perkins zu beseitigen. Zu diesem Ende wurde das noch glühende Metallstück an einen stark ziehenden Ort der Esse gelegt, und das Feuer angeblasen; allein weil ich auf einen Augenblick abgerufen wurde, und bei der Rück-

kehr nicht so schnell eine Zange zur Hand hatte, um dasselbe sogleich aus dem Feuer zu reifsen, ehe noch der ganz gefüllte Blasebalg sich entleerte, verbrannte die Oberfläche und wurde bis zu einer beträchtlichen Tiefe in Eisenoxydul verwandelt, dessen sehr rauhe Oberfläche im Zustande der stärksten Weifsglühhitze das Wasser auf gleiche Weise schnell verdampfen machte, als wenn dasselbe auf glühende Kohlen gegossen wäre. Obgleich also dieser letztere Versuch nur ein mifslungener ist, so beweiset er dennoch evident, dafs die stärkste Weifsglühhitze dann von nicht genügendem oder gar keinem Einflusse zur Hervorbringung des untersuchten Phänomens ist, wenn die Rauhheit der Oberfläche einen gewissen Grad überschritten hat, und nicht mehr regulinisch metallisch ist.

Als Resultate der mitgetheilten Untersuchungen lassen sich folgende aufstellen.

1) Auch ohne einen mechanischen Druck, aufser dem durch das blofse Gewicht gegebenen, erhebt sich das auf heifses Metall gegossene Wasser, wenn die Temperatur des ersteren mindestens 110° C. nach Schätzung übersteigt, bis zur hellen Rothglühhitze bei Tage, zu keinem, auch nicht dem kleinsten mefsbaren Abstande von der Oberfläche des Metalles.

2) Sobald die Hitze des Metalles den erforderlichen Grad erreicht hat, wird hiedurch die *Adhäsion* seiner Oberfläche mit dem Wasser aufgehoben, wie sich als Thatsache deutlich aus der Form der darauf ruhenden Wassertropfen zeigt, und die Adhäsion findet um so viel weniger statt, je ebener und blänker jene Oberfläche ist.

3) In dieser Aufhebung der Adhäsion liegt der Grund des Leidenfrost'schen Versuches, wie Döbereiner schon richtig angenommen hat, und dieser wird dann den Naturgesetzen gemäfs ganz einfach auf folgende Weise erklärt. Das Wasser ist zwar kein absoluter Nichtleiter der Wärme, wie Rumford behauptet hat, aber doch

ein sehr schlechter. Ist dasselbe daher in der bekannten Gestalt runder Tropfen aufser eigentlicher Adhäsionsberührung mit dem Metalle, so geht nur die aus dem letzteren ausstrahlende Wärme an dasselbe über, deren Menge so viel geringer seyn mufs, je blänker die Metallfläche bleibt, und die Oberfläche des Wassertropfens an sich ist. Befindet sich dann gleich weder eine Luft- noch eine Dampf-Schicht von mefsbarer Dicke zwischen dem Tropfen und der Metallfläche, wie daraus hervorgeht, dafs man nicht zwischen durchsehen kann, so steigt doch die den Tropfen umgebende heifsere Luft stets in die Höhe, wird durch neu herzuströmende ersetzt und entzieht hiedurch eine Menge der ausgestrahlten Wärme, welche dann auf den Tropfen nicht weiter wirken kann. In dem letzteren können indefs diejenigen Strömungen nicht entstehen, welche im heifsen Wasser stattfinden, in welchem die durch die erhitzte Metallfläche erwärmten Theile in die Höhe steigen und den gebildeten Dampf an die berührende Luftschichte abgeben; denn da nach den Gesetzen der Anziehung alle Theilchen des Tropfens im Gleichgewichte sind, so würde letzteres durch das Aufsteigen der unteren Partikeln aufgehoben werden, und dieses ist schwer, weil es eine Veränderung des Orts aller Theilchen des Tropfens zur Herstellung des Gleichgewichts voraussetzt. Wäre daher der Tropfen absolut kugelrund, und nicht durch sein Gewicht etwas abgeplattet, so würde seine Berührung mit der ebenen Metallfläche, in soweit Berührung zwischen Körpern stattfindet, welche keine Adhäsion gegen einander zeigen, nur in einem geometrischen Punkte stattfinden, und blofs in diesem die Wärme ohne nachweisbares Zwischenmittel von der Oberfläche des Metalles unmittelbar in den Tropfen übergehen, in allen übrigen Punkten dagegen theilt sich die strahlende Wärme zuerst der Luft, und von dieser blos der Oberfläche des Tropfens mit, in welchen sie wegen schlechter Leitung des Wassers nicht eindringen kann,

sondern hauptsächlich nur zur Bildung von Dampf durch Verbindung mit einer sehr dünnen Kugelschicht verwandt wird, deren Dicke nur so äufserst geringe seyn kann, da die latente Wärme des Dampfes so aufserordentlich grofs ist, und der Wärmestoff, welcher eine weit gröfsere Verwandtschaft zum Metalle, als zum Wasser hat, ersteres nur ungern verläfst, um an letzteres überzugehen.

4) Hienach wäre also, abgesehen von der ursächlich noch nicht nachgewiesenen Aufhebung der Adhäsion, Leidenfrost's Versuch vollständig erklärt, und es folgt hieraus, dafs bei rauhen Oberflächen, als bei Steinen, Thon, Metalloxyden, Kohlen u. s. w. das Phänomen gar nicht beobachtet werden kann, bei Porzellan nur schwierig, dafs aber Metallstückchen, Thonscherben, Kiessand u. s. w., in den Dampferzeuger geworfen, die Verdampfung des Wassers ausnehmend befördern. Die Aufhebung der Adhäsion zum Wasser kann unmöglich durch eine dauernde Veränderung der Oberfläche hervorgebracht werden, weil sie bei stärkerer Abkühlung sofort wieder eintritt, und sie mufs also nothwendig durch die stärkere Hitze selbst bedingt werden. Dabei liegen dann zwei Hypothesen vor, welche indefs beide sich nicht über das Hypothetische erheben, deren eine jedoch ungleich wahrscheinlicher als die andere ist und mit anderweitigen Naturgesetzen in sehr naher Verbindung steht. Zuerst liefse sich nämlich annehmen, die Wärme wirke, wie verschiedene andere Substanzen, z. B. Weingeist, bei der Adhäsion zwischen Wasser und Glas. Beide letztere Flüssigkeiten, Weingeist sowohl als auch Wasser, zeigen nämlich eine starke Adhäsion zum Glase, letzteres mehr als ersterer. Dennoch aber hat der Weingeist so starke Anziehung zum Wasser, dafs er dadurch dessen stärkere Adhäsion zum Glase aufhebt, und ein Tropfen Weingeist auf eine über einer Spiegelplatte verbreiteten dünnen Wasserschicht trennt daher die letztere vom Glase. Auf gleiche Weise müfste man dem Wärmestoffe die Kraft bei-

legen, die Adhäsion des Wassers zum Metalle aufzuheben.

Diese Hypothese, welche sich zwar nicht geradezu widerlegen läfst, ist dennoch wohl zu wenig begründet, und den analogen Erscheinungen nicht einmal völlig correspondirend. Die Trennung des Wassers vom Glase findet nämlich vermittelst Weingeistes bei jeder vorhandenen Menge des letzteren statt, man mag einen oder mehrere Tropfen desselben auf die Wasserschicht schütten, bei der Erhitzung der Metalle aber mufs die Temperatur einen gewissen Grad erreichen, und dann hört die Adhäsion plötzlich auf, welches eigentlich mit der aufgestellten Hypothese nicht harmonirt.

Wir können indefs auf einem weit näheren Wege zu einem wahrscheinlich richtigen Resultate gelangen. Zuvörderst haben schon mehrere Physiker, namentlich Lehot und Achard gefunden, dafs die Adhäsion des Wassers an festen Körpern durch Wärme vermindert wird *), und der letztere findet sogar aus seinen Versuchen über die Adhäsion einer Glasplatte an Wasser die allgemeine Formel $x = a - by$, worin x die Temperatur, a eine constante Gröfse $= 339$ (nach den Versuchen), y die Adhäsion nach dem Gewichte und b einen Coëfficienten ausdrücken. Setzt man hierin $y = 0$, so ergiebt sich 339^{0} C. als diejenige Temperatur, bei welcher die Adhäsion des Wassers aufhört, wobei jedoch auf den Unterschied der verschiedenen festen Körper Rücksicht zu nehmen wäre. Diese Bestimmung liefse sich wohl mit den Resultaten des Leidenfrost'schen Versuches vereinigen, obgleich ihre Genauigkeit nicht wohl zu verbürgen ist, allein sie giebt immer über die Ursache, durch welche die Adhäsion aufgehoben wird, keine Auskunft. Nach La Place's bekannter Ansicht von dem Verhalten der Wärme läfst sich hierüber indefs folgendes sagen.

Die

*) S. Gehler's Phys. Wört. Neue Aufl. Th. I. p. 180.

Die Wärme ist das repulsive Princip, welches dem Zusammenhange der wägbaren Körperelemente entgegenwirkt, und bis auf einen gewissen Punkt gesteigert, ihn sogar aufhebt. Ist dann die Adhäsion des Wassers zum Metalle geringer, als die Cohäsion dieses letzteren, so muſs es eine Temperatur geben, bei welcher die erstere aufgehoben wird, und zwar eine niedrigere, als bei welcher die letztere sich in Adhäsion verwandelt (nach der von mir angenommenen Wortbedeutung), oder der Körper flüssig wird. Die Adhäsion der Elemente des Wassers unter einander ist geringer, als die gegen das Metall, und da die erstere mit dem Eintritte des Siedepunktes aufzuhören anfängt, indem die Wassertheilchen als Dampf mit Ueberwindung des Luftdruckes entweichen, so muſs nothwendig bei merklich über dem Siedepunkte liegenden Graden der Temperatur auch die Adhäsion an die Oberfläche der Metalle aufhören, und man würde sogar im Stande seyn, diese Temperatur in voraus zu bestimmen, wenn man den absoluten Nullpunkt nebst der Stärke sowohl der Adhäsion, als auch der Cohäsion der Wassertheilchen unter sich und mit der Metalloberfläche genau kennte. Die hiebei zum Grunde liegende Theorie La Place's beruhet auf einer solchen Menge von Thatsachen, welche eben so sehr ihr selbst zur Begründung dienen, als sie aus derselben eine consequente Erklärung erhalten, daſs ich meinerseits durchaus kein Bedenken trage, sie auch da anzuwenden, wo dunkele Naturphänomene durch sie aufgehellet werden können, und diesem nach scheint mir Leidenfrost's Versuch aus diesen und den oben angegebenen Gründen vollständig erklärt.

6) Die neue Beobachtung von Perkins bleibt vorerst noch räthselhaft. Unmöglich kann ich mir vorstellen, daſs die innere Metallfläche des Generators über die hellrothe Glühhitze gebracht war, und wäre dieses, so müſste sich aus der Verbindung mit Wasser nothwendig Eisenoxydul erzeugen, und sonach die Adhäsion wieder

eintreten, wie denn auch wirklich bei dem ersten in No. 6. erzählten Versuche die Wassertropfen schon merklich schneller verdampften, als sonst auf minder heifsem Eisen, weil die Oberfläche nicht mehr so vollständig regulinisch war. Die Erklärung von Perkins, dafs das glühende oder heifse Metall durch die Repulsion des zwischenliegenden Wärmestoffes das Wasser in einem Abstande von $\frac{1}{16}$ Z. bleibend erhalte, scheint mir durchaus falsch, indem sie mit unsern so vielfach wiederholten und die genauesten Beobachtungen zulassenden Versuchen im directesten Widerspruche steht. Bei dem eingeschrobenen am äufseren Ende mit einem Hahne versehenen Rohre scheint mir noch der Umstand einer Berücksichtigung sehr werth, dafs dieses Rohr vom Generator aus erst zum Theil durch das Feuer des Heitzraumes, dann durch die umgebende Mauer desselben ging, und nach aufsen hervorstand. Vielleicht wurde hiedurch eine ähnliche Erscheinung bedingt, als die höchst interessante, welche Clement kürzlich beobachtet hat *), nämlich dafs ein Ventil durch den aus einer Oeffnung entweichenden Dampf nicht zurückgestofsen, sondern angezogen wird, ein der Erklärung gleichfalls noch bedürfendes Phänomen. Indefs wage ich nicht, weder über das eine noch das andere eine Hypothese aufzustellen, weil die Thatsachen noch keinesweges allseitig erforscht sind. Was übrigens Perkins von einer Temperatur =650° F. (343,3 C.) und einer dieser zugehörigen Elasticität des Dampfes =4000 Atmosphären sagt, läfst bedauern, dafs ein so berühmter Techniker die Gesetze der Elasticität des Wasserdampfes hiebei so wenig berücksichtigt hat.

*) Man sehe diese Ann. Bd. 86. S. 265. 286. 288. P.

V. *Zur Geschichte des Tellurs; vom Prof. N. W.* ***Fischer*** *in Breslau.*

1) Verhalten zu den Säuren.

Salpetersäure löst bekanntlich leicht dieses Metall klar und farbenlos auf, wird jedoch mehr Tellur angewandt, als die Salpetersäure aufzulösen im Stande ist, und bleibt die Auflösung in Berührung mit dem unaufgelöst gebliebenen Metall, so scheidet sich aus der Auflösung:

1) ein vollkommen weifses krystallinisches Salz ab, welches die neutrale Verbindung dieser Säure ist, und im Wasser sich leicht auflösen läfst;

2) unmittelbar an dem unaufgelöst gebliebenen Metalle hingegen, legt sich ein mehr graulichweifses Salz an, welches nicht nur im Wasser, sondern selbst *nicht in Salpetersäure*, bei gewöhnlicher Temperatur, auflösbar ist; in Salzsäure hingegen löst es sich mit gelblicher Farbe auf. Dieses ist basisches salpetersaures Telluroxyd, wobei das Verhalten zur Salpetersäure allerdings merkwürdig ist. Das von **Klaproth** angegebene Verhalten der salpetersauren Auflösung zum Wasser, dafs sie nämlich dadurch, im Gegensatze der Salzsäure, keine Zersetzung erleidet, ist im Allgemeinen vollkommen gegründet, wenn jedoch die Auflösung in Salpetersäure möglichst vollkommen gesättigt ist, dann erfolgt beim Vermischen mit einer geringen Menge Wasser die Ausscheidung eines weifsen Pulvers, welches bei einer gröfsern Menge wieder vollständig aufgelöst wird. Die geringe Menge Wasser scheidet nämlich das neutrale Salz aus, welches in einer gröfsern Menge wieder aufgelöst wird.

In Salzsäure löst es sich nur sehr langsam und in geringer Menge, sowohl bei gewöhnlicher Temperatur, als auch beim Kochen, auf, was bei der leichten Oxydirbarkeit dieses Metalls einerseits, und bei der starken Anzie-

hung zum Wasserstoff andererseits auffallend ist. Durch den Zusatz von Salpetersäure erfolgt die Auflösung leicht und reichlich, sie ist jedoch nicht ganz farbenlos, sondern gelblich. Aus dieser Auflösung schlägt nun das Wasser, wie bekannt, das basische Salz nieder, welches nur dann, Klaproth's Angabe gemäfs, durch den Zusatz einer gröfsern Menge Wasser wieder aufgelöst wird, wenn die Auflösung noch viel freie Säure enthält. Die bis zum trocknen Rückstande verdampfte Auflösung hingegen — Chlortellur — die keine freie Salzsäure enthält, wird durch das Vermischen mit Wasser so zersetzt, dafs bei weitem der gröfste Theil Telluroxyd als basisches Salz niederfällt, und dieses ist in Wasser unauflöslich oder sehr schwer auflöslich.

Schwefelsäure löst es, wie bekannt, bei gewöhnlicher Temperatur und selbst beim Ausschlufs der Luft, mit einer schönen rothen Farbe auf. Die Auflöslichkeit ist sehr gering und bedeutend verschieden, sowohl in Rücksicht der Menge des aufgelösten Metalls, als auch der Zeit, welche zur gesättigten Auflösung nöthig ist, je nachdem das Metall als ein ganzes Stück oder im gepulverten Zustande angewandt wird. Im letztern Falle löst die Schwefelsäure $\frac{1}{1000}$, und zwar in weniger als 2 Stunden auf; die Auflösung ist von gesättigt rother Farbe, und nimmt nach mehreren Tagen nicht zu, als Beweis, dafs dieses das Maximum der Auflöslichkeit ist. Bei Anwendung des Tellurs hingegen, als ein zusammenhängendes Metallkorn, stellte sich die gesättigt rothe Farbe erst nach 12 Tagen ein, und die Auflösung zeigte nur $\frac{1}{4000}$ aufgelöst. Bei dieser geringen Auflösung überhaupt, und da beim Vermischen dieser Auflösung mit Wasser der gröfste Theil des Tellurs im metallischen Zustande ausgeschieden wird, kann man leicht die geringe Menge des noch aufgelöst bleibenden Tellurs übersehen, zumal wenn man sich nicht sehr empfindlicher Reagentien bedient; daher auch Magnus diese Auflösung als eine blos mechanische zu be-

trachten sich veranlafst gefunden hat, was aber nach meinen Versuchen nicht der Fall ist, sondern es wird hier auf Kosten der Schwefelsäure ein niedrigeres Oxyd des Tellurs gebildet, welches in Verbindung mit der zum geringen Theil zersetzten, gröfstentheils aber unzersetzt gebliebenen Schwefelsäure eben diese rothe Flüssigkeit bildet. Beim Vermischen mit Wasser wird dieses Suboxyd in Metall und Oxyd verwandelt, wobei das erstere natürlich niederfällt, das letztere hingegen mit der Schwefelsäure verbunden aufgelöst bleibt, und bei dieser geringen Menge natürlich nur durch die empfindlichsten Reagentien wahrgenommen werden kann. (S. d. Ann. 1828. No. 1. S. 153.) Bei erhöheter Temperatur löst sich zuerst das Tellur mit derselben schönen Farbe auf, die jedoch weit gesättigter und mehr violettblau als roth ist, welche unter den günstigsten Umständen bei gewöhnlicher Temperatur nicht erhalten werden kann, dann aber erfolgt vollkommene Entfärbung unter starker Entwickelung schwefliger Säure. Das gebildete schwefelsaure Telluroxyd bleibt jedoch nicht aufgelöst, sondern schlägt sich krystallinisch nieder, welches noch mehr beim Erkalten der Schwefelsäure stattfindet. Dieses krystallisirte Salz ist im Wasser leicht auflöslich. Wird hingegen mehr Tellur angewandt, als die Schwefelsäure beim blofsen Erhitzen bis zum Kochen leicht auflösen kann, und das Kochen fortgesetzt, dann bildet sich ebenfalls, wie es bei der Salpetersäure schon bei gewöhnlicher Temperatur der Fall ist, ein basisches Salz, welches von graulichweifser Farbe im Wasser schwer auflöslich, leicht auflöslich hingegen in Salz- und Salpetersäure ist.

2) Verhalten zu den Reagentien.

Dafs das Telluroxyd mehr die Natur einer Säure, als die einer Basis zeigt, hat bereits Berzelius vor langer Zeit durch die innigen Verbindungen, die dasselbe

nicht nur mit den Alkalien, sondern auch mit mehreren Metalloxyden bildet, zur Genüge dargethan, auch das von mir angegebene Verhalten der Tellurauflösung zu den reducirenden Metallen (s. diese Ann. 1828. No. 3. S. 502.) entspricht vollkommen dieser Ansicht. Aus diesen Versuchen von Berzelius ergiebt sich, das mehrere Metallsalze, mit der Auflösung der tellursauren Salze vermischt, Niederschläge bilden, und folglich als Reagentien für diese Auflösung dienen können. Ich vermuthete, dafs eine oder das andere dieser Metallsalze eine ähnliche Wirkung auch auf die Auflösung des Telluroxyds in Säuren äufsern wird, eine Vermuthung, die sich jedoch nicht bestätigte; nur salpetersaures Quecksilberoxydul und essigsaures Bleioxyd bilden einen weifsen, und die Auflösung des Kupferoxyds in Ammoniak einen grünlichblauen Niederschlag; Erscheinungen, die keineswegés charakteristisch, sondern von vielen andern Körpern mit diesen Metallsalzen hervorgebracht werden; sie eignen sich demnach nicht, als besondere Reagentien für Telluroxyd. Dagegen ist:

1. Chlorzinn ein eben so charakteristisches als sehr empfindliches Reagens. Die Wirkung besteht bei gesättigter Auflösung in einem schwarzen faserigen Niederschlage, oder bei verdünnter Auflösung in einer braunen Färbung, die erst nach einiger Zeit entsteht. Dieselbe Reaction findet selbst noch bei $\frac{1}{60000}$ Telluroxyd deutlich statt. (S. d. Ann. a. a. O. die Reduction des Tellurs durch Zinn.)

Vermittelst dieses Reagens kann man sehr deutlich die Auflösung des Tellurs in der verdünnten Schwefelsäure wahrnehmen, wenn man die bei gewöhnlicher Wärme in verschlossenen Gefäfsen durch Schwefelsäure und metallisches Tellur bewirkte rothe Auflösung mit Wasser vermischt hat.

2. Eisenvitriol bewirkt die Ausscheidung des regulinischen Tellurs, welches jedoch nur bei vollkommener

Neutralisation des Tellursalzes und bei einem bestimmten Grade der Sättigung stattfindet.

3) Phosphoralkohol bewirkt die Ausscheidung eines anfangs weifsen, nach längerer Zeit sich schwärzenden Niederschlags; eine Wirkung, die von diesem Reagens immer bei denjenigen Metallsalzen stattfindet, welche vom Phosphor reducirt werden *).

VI. *Versuche über das Alizarin, oder den Farbestoff des Krapps; von Prof. Zenneck in Hohenheim.*

Die Untersuchungen, welche über den Krapp und sein rothfärbendes Princip in neuern Zeiten gemacht worden sind, stammen hauptsächlich von Bucholz, John, Kuhlmann und Robiquet in Verbindung mit Colin. Es ist aber dieser färbende Stoff von den drei ersten Chemikern nicht rein ausgeschieden worden. Vielmehr fand sich derselbe bei den von Bucholz **) erhaltenen Producten an mehreren Materien und zwar an Zucker, Gummi, Harz und Extractivstoff gebunden; eben so war auch der von John ***) erhaltene ponceaurothe Stoff wahrscheinlich noch mit Harz in Verbindung, und ohne Zweifel enthielten sein süfses Extract und sein rothbraunes wachsartiges Fett wohl noch viel von dem färbenden Princip; und was Kuhlmans †) Analyse betrifft, so war der Niederschlag, den er durch Behandlung des Wasseraus-

*) Beim Abschreiben der Notiz über die Metalle, welche durch Phosphor aus ihren Auflösungen reducirt werden, s. a. a. O. S. 504., ist das Tellur übersehen worden.

**) Dingler, polyt. Journal, XXII. p. 61. Bucholz Taschenbuch für Scheidekünstler. 1811.

***) Dingler, XXII. p. 62. John, chemische Schriften. 1813.

†) Dingler, polyt. Journ. XIII. p. 232.

zugs mit Schwefelsäure, Alkohol und kohlensaurem Kali bekam, und den er, weil er sich ihm rothbraun krystallisirt hatte, für den eigentlichen Farbestoff hielt, durchaus nicht dieser, sondern höchst wahrscheinlich eine Verbindung von Extractivstoff mit etwas Farbestoff und Kali. Uebrigens bereitete seine Analyse, so falsch auch die Ansicht von dem durch Schwefelsäure erhaltenen Niederschlag war, doch die Auffindung des reinen färbenden Princips vor. Denn Robiquet und Colin *) benutzten die Anwendung der Schwefelsäure bei ihren Untersuchungen; nur schlugen sie nicht den Wasserauszug, sondern die Auflösung des Alkohols mit jener Säure nieder, und bemerkten ohne Zweifel bei einer starken Trocknung des erhaltenen Niederschlags, dafs sich auf dem getrockneten Pulver, rothgelbe nadelförmige Krystalle angesetzt hatten. Sie unterwarfen nun eben dieses Pulver einer weitern Sublimation, und erhielten dann wenigstens so viel Krystalle, dafs sie damit einige Versuche über ihr Verhalten zu verschiedenen Materien machen und vorläufig beweisen konnten, dafs der auf diese Art von ihnen ausgeschiedene Stoff das reine färbende Princip sey. Noch sind aber ihre Untersuchungen über diesen Stoff, den sie einstweilen *Alizarin* nennen, ihrer eignen Erklärung zufolge, nicht geschlossen **), und es steht also zu erwarten, was sie bei der weitern Verfolgung dieses für die Färbekunst so wichtigen Gegenstandes uns weiterhin darüber liefern werden.

Um indessen von der Richtigkeit der bisherigen Forschungen dieser beiden Chemiker überzeugt zu werden,

*) Dingler, polyt. Journal, XXII. p. 61. Journ. d. Pharmacie, 1826. Geiger, Magazin für Pharmacie, 1826, Oct. p. 61.

**) Ein weiteres ist in einem Aufsatz im *Bulletin de sc. math. phys. et chim.* 1827, Sept. p. 195., herausgekommen, und daraus im Auszuge mitgetheilt in Erdmann's Journal d. techn. und ökonomischen Chimie, 1827, Heft 1. p. 96., worüber ich am Ende ein Paar Bemerkungen beifügen werde. (Siehe H.)

und um die Natur dieses neuen vegetabilischen Stoffs durch eigene Untersuchungen kennen zu lernen, habe ich theils verschiedene Mittel seiner Darstellung *) angewandt, theils seine wichtigsten Verhältnisse zu verschiedenen Materien zu bestimmen gesucht, und ich fand folgendes.

A. Versuche über verschiedene Methoden der Ausscheidung.

1. Getrocknetes Krappmehl wurde in einer Retorte zu trockner Destillation **) mit mäfsig starkem Feuer behandelt; es zeigten sich aber keine Nadeln in dem Hals der Retorte, oder auf der Oberfläche des Mehls, wie es bei einer ähnlichen Behandlung des Gallusmehls zur Erhaltung von Gallussäure der Fall ist, sondern nur einiges empyreumatisches Oel, das Lackmuspapier röthete. Besser war der Erfolg, als ich zur unmittelbaren Sublimation von dem gleichen Krappmehl eine Portion noch feiner pulverisirte, beutelte und auf ein Uhrglas ***) brachte, über dem ein Trichter gesetzt war, und das mit einer Lampe nach und nach erhitzt wurde. Alsdann erschien auf der Oberfläche des Pulvers ein Anflug von kleinen gelbrothen Nadeln; aber die erhaltene Menge war sehr unbedeutend, und der schwarz gewordene Rückstand sehr viel.

*) In der Versammlung der Naturforscher und Aerzte in München zeigte ich letzten Herbst den aus dem Alkohol durch Schwefelsäure erhaltenen braunen Niederschlag und das sublimirte Alizarin.

**) Hiebei erhielt ich nur Kohlenoxyd mit Kohlenwasserstoff und Kohlensäure, einen Theer mit Essigsäure und einen kohligen Rückstand, dessen Asche mit Salzsäure aufbrauste, und bei der Digestion damit Kieselerde zurückliefs.

***) Zu diesen und den nachfolgenden Sublimirproben gebrauchte ich anfangs einen Tiegel nebst Trichter; es verbrannte aber dabei zu viel von dem Pulver. Besser ging der Procefs bei einem etwas concaven Eisenblech oder einem flachen Uhrglas, auf welches ein anderes durchbohrtes Uhrglas gesetzt wurde. Auch fand ich, dafsdie Erwärmung nur nach und nach steigen darf.

2. Ein Pfund Krappmehl wurde mit kaltem Wasser eingeweicht und auf einem Seihtuch ausgedrückt, das durchgelaufene Wasser auf ein Filter gebracht, und das ausgedrückte Mehl mit Alkohol in der Sonne hingestellt. Das filtrirte bräunlichgelbe Wasser kam nach dem Abdampfen gleichfalls mit Alkohol in die Wärme, und es wurde dann die Tinctur mit verdünnter Schwefelsäure niedergeschlagen und der erhaltene Niederschlag zur Sublimiren gebracht; ich erhielt aber kein Alizarin; als ich nun den trocknen Rückstand im Filter unmittelbar nach seiner Trocknung auf dem Uhrglas erhitzte, so erschien dieser Stoff zu meiner Verwunderung. Nach einigen Tagen sonderte ich die Masse des Krappmehls von dem Alkohol ab, dampfte diese rothbraune Tinctur bis auf $\frac{1}{3}$ ein, versetzte sie mit verdünnter Schwefelsäure *) und sublimirte den getrockneten Niederschlag; die Ausbeute dabei war verhältnifsmäfsig die gröfste. Endlich kochte ich den ausgedrückten Rest von Krappmehl mit Wasser und behandelte sowohl das erhaltene braune Wasser nach seiner Abdampfung, als den ausgedrückten Rückstand mit Alkohol und Schwefelsäure. Das Pulver von jenem lieferte mir nun bei der Sublimationsprobe nichts bemerkbares; hingegen das letztere eine ziemliche Menge, wenn schon weniger als das von der frühern Tinctur.

Bei diesen Versuchen untersuchte ich auch zugleich das schwefelsaure Wasser des Niederschlags von der Tinctur und den kohligen Rückstand des braunen Pulvers, aus dem sich das Alizarin sublimirt hatte. Jenes gelblichbraune Wasser wurde bei dem Abdampfen grün-

*) Ohne Niederschlag durch Schwefelsäure gelang die Sublimation mit der Tinctur nicht, wahrscheinlich, weil das Alizarin von den damit verbundenen Stoffen der Auflösung zurückgehalten wurde. Anders verhält sich eine reine Auflösuug des Alizarin in Alkohol.

**) Dieses Pulver zog aus der Luft Feuchtigkeit an, und enthielt also Extractivstoff.

lich und zuletzt braun; Alkohol schied daraus einen süfsen bitterlichen Saft, der mit Hefe gährte (Zucker), und der andere Theil (der Rückstand) eingetrocknet und zur Asche verbrannt, lieferte mit Wasser eine Auflösung, bei der Platinauflösung das Daseyn von Kali bewies, und mit Salzsäure eine Verbindung, welche Eisenoxyd enthielt. Der kohlige Rückstand aber löste sich als Asche meistens in Wasser auf und verrieth dann das Daseyn von Kalk. — Erscheinungen, aus denen sich schliefsen läfst, dafs das Alizarin an Zucker, Extractivstoff, Kali, Eisenoxyd und Kalk in dem Krapp gebunden seyn mag.

3. Um zu sehen, ob eine dem Gebrauch des Alkohols vorangegangene *Gährung* die Ausscheidung des Alizarin befördere, brachte ich ½ Pfund Krappmehl zur Gährung, filtrirte und behandelte den Rückstand mit Alkohol und Schwefelsäure. Das Ergebnifs der Sublimation sprach für jene Meinung. Noch behandelte ich 2 Unzen Mehl mit kaltem, und dann mit kochendem Wasser, filtrirte die letzte Auflösung und theilte sie in zwei Parthieen, wovon ich die eine ungegohren weiter auf Alizarin untersuchte, die andere aber vorher in Gährungszustand versetzt hatte, und dann auf gleiche Art prüfte. Bei jener Parthie erschien nur sehr wenig, bei dieser hingegen viel Alizarin, als ich das eine und das andere Pulver zum Sublimiren unmittelbar angesetzt hatte, so dafs sich demnach das Obige bestätigte.

4. Da die Schwefelsäure (nach 2.) das Alizarin aus manchen Verbindungen reifst, so digerirte ich eine Portion feingepulvertes Krappmehl unmittelbar mit verdünnter Schwefelsäure, wusch den filtrirten Rückstand aus und sublimirte davon unmittelbar nach dem Trocknen. Ich erhielt zwar nicht sehr viel gefärbte Nadeln, aber doch mehr, als wenn ich ein solches Mehl ohne diese Vorbereitung behandelte.

5. Vorläufige Proben, die ich mit Aetzkalien und kohlensauren Kalien in Bezug auf Krappmehl gemacht hatte,

und bei denen ich eine mehr oder weniger dunkelröthbraune oder violette Auflösung erhielt, veranlafsten mich mit Aetzammonik, kohlensaurem Ammoniak und Aetzkali theils kalte, theils heifse Auszüge zu machen, und dieselben theils unmittelbar, theils nach den Niederschlägen mit Schwefelsäure zum Sublimiren zu bringen. Ich erhielt aber schon an diesen Auszügen einen beim Eindampfen zu dunkelbraun gewordenen Syrup, und die Niederschläge zogen bei dem Trocknen zu leicht Feuchtigkeit an sich (wie es bei den Pflanzenextracten bekanntlich häufig der Fall ist), als dafs ich mir ein gutes Resultat von dieser Methode versprach. Und ich hatte mich auch nicht getäuscht, denn ich bekam bei den Sublimationsversuchen der oft sehr hart gewordenen Pulver entweder gar nichts, oder höchst wenig, weil der gröfste Theil davon ein der Humussäure ganz ähnlicher Extractivstoff war.

6. Befriedigender war endlich für mich die Behandlung mit Schwefeläther. Ich digerirte damit eine Portion von dem früher mit Schwefelsäure digerirten Krappmehl (nach 4.), und setzte den abdestillirten und getrockneten hellbräunlichroth aussehenden und in der Wärme schmelzenden Auszug auf das Sublimirglas, ohne noch einmal Schwefelsäure zu einem Niederschlag angewandt zu haben. Bald erhoben sich bei untergebrachter Lampe aus der schwarzen schmelzenden Masse unter fast wachsartigem Geruch gelblichte Dämpfe, und es setzten sich sowohl am obern, als untern Glase schöne rothgelblichte Nadeln in weit kürzerer Zeit an, als es bei der Sublimation eines frühern alkaligen Niederschlags der Fall war. Aufser diesem Versuch mit Krappmehl, das vorher mit Schwefelsäure behandelt worden war, machte ich noch aus *a*) pulverisirtem Holz und *b*) pulverisirter Rinde desselben atheniensischen Krapps, ohne vorangegangenes Auswaschen mit Wasser und Schwefelsäure, unmittelbare Auszüge mit Schwefeläther, und erhielt bei der nachherigen

unmittelbaren Sublimation des abdestillirten Rückstandes ½ Proc. Alizarin.

Aus diesen Versuchen über die verschiedenen Ausscheidungsmethoden folgt nun, dafs man das Alizarin zwar wohl unmittelbar durch Sublimation erhalten kann, dafs aber der vorangehende Gebrauch des Alkohols, und noch mehr der von dem Aether besser zum Zweck führt, dafs man auch bei dem Gebrauch von Alkohol mit Nutzen die Gährung des Krappmehls vorausschicken kann, und dafs bei dem Alkoholgebrauch die Schwefelsäure zum Niederschlag anzuwenden ist, während bei einem Auszug durch Aether jene entbehrt oder vorangeschickt werden kann.

Wendet man aber auch die vortheilhafteste Methode an, um das Alizarin rein auszuziehen, so darf man nach Schätzungen, die ich mit einigen Auszügen gemacht habe, wahrscheinlich auch bei dem Gebrauch des besten Krappmehls auf nicht mehr als ½ bis 1 Proc. trocknen Mehles rechnen. Auch lieferten mir wirklich 60 Gran von dem holzigen Theil atheniensischen Krapps bei der Extraction durch Aether, bis dieser kaum noch gelb geworden war, und bei der Sublimation des Extrahirten, nicht mehr als 0,4 Gran Alizarin.

B. Physische Eigenschaften des Alizarin.

Das reine sublimirte Alizarin zeigt folgende Erscheinungen:

1. *Gesichtserscheinungen.* Wird das bräunliche Pulver, das man entweder vermittelst Alkohol und Schwefelsäure erhalten hat, oder das rothbräunliche, welches der Aether lieferte, nach und nach auf der Sublimirfläche unter einem nahe aufliegenden durchbohrten Deckel erhitzt, so erscheinen gelbliche Dämpfe, und es setzen sich an beiden Flächen *rothgelbe*, stark glänzende und durchscheinende Fäden und Nadeln an. Ist aber der Sublimirdeckel ein hoher Trichter, an welchen man das

Alizarin durch verstärkte Hitze hinauftreiben will, so erscheint an diesem nur ein wenig *in's Orangegelbe* ziehendes Pulver, das keinen Glanz zeigt. Sammelt man übrigens dieses Pulver zu einem Haufen, so erhält dieser eine rothgelbe Farbe.

2. *Geruch.* Bei der Erwärmung des Alizarin, und noch mehr bei seiner Sublimirung aus dem Pulver erscheint ein eigenthümlicher, nicht unangenehmer Geruch, der sich dem aromatischen nähert, und bald an den Geruch des Benzoësäure-Dampfs, bald an den des Jods erinnert. Einen wachsartigen Geruch nahm ich nur bei seiner Sublimation des Aetherauszugs wahr, und einen fettartigen nur hie und da bei den Alkoholauszügen, was wahrscheinlich wohl von den damit aufgelösten entsprechenden Stoffen herkam.

3. *Geschmack.* Das reine Alizarin schmeckt deutlich bitterlichsauer, wiewohl nicht sehr stark.

4. *Gefühlserscheinungen.* Die Krystallnadeln sind 4seitig, meistens sehr fein und haar- oder wellenförmig gruppirt, weich, biegsam, leicht an andere Körper anhängend und glatt, sinken in dem Wasser nieder (sind also spec. schwerer als dieses), sintern bei Erwärmung zusammen, ohne jedoch einen liquiden Körper zu bilden, und flattern bei verstärkter Hitze in geschlossenem Raum in der Form eines Staubs oder Dampfs umher, während auf der Fläche des Glases schwärzliche Flecken zurückbleiben. Die Temperatur, bei der das Alizarin zusammensintert und sich dann sublimirt, übersteigt um etwas die Hitze von kochendem Rapsöl; denn als ich in solchem eine Glasröhre mit Alizarin behandelte, so erhoben sich kaum einige Nadeln vom Alizarin in der Glasröhre.

C. Verhalten zu verschiedenen, meistens organischen Flüssigkeiten.

1. *Wasser* löst kalt fast nichts *) vom Alizarin auf, und kochendes nur sehr wenig; denn, um nur 1 Gran davon nach und nach zur Auflösung zu bringen, mufste ich ungefähr 1 Pfund Wasser damit kochen. Bei diesem Versuch wurde dasselbe röthlich, in's Violette ziehend, liefs bei dem Erkalten den gröfsten Theil des Alizarins als schmutzig-röthliche Flocken fallen, späterhin sogar wieder einige Krystalle erscheinen, und behielt nach einigen Tagen nur noch eine schwache schmutzig-rosenrothe Farbe, welche nach mehreren Wochen endlich fast ganz verschwand. Die vom Wasser abgesonderten Flocken wurden bei dem Trocknen hellbräunlich, matt, leicht zerreiblich, und zogen nach ihrer vollkommnen Austrocknung keine Feuchtigkeit aus der Luft an. Kann man also auch nicht sagen, dafs das Alizarin von dem Wasser aufgelöst werde, so geht es doch mit demselben eine ähnliche Verbindung ein, wie die meisten Metalloxyde, es kömmt durch dasselbe in *hydratischen* Zustand.

2. Leichter verbindet es sich mit *Zuckerwasser*, besonders wenn es damit gekocht wird. Jenes nimmt alsdann eine röthlichhellbraune Farbe an, behält diese Farbe, und läfst bei dem Erkalten nur wenige Flocken fallen, welche dunkler aussehen.

3. In Alkohol löst es sich gut auf; es fordert bei 8—10° R. von einem Alcoh. zu 32° Beck 210 Theile, und wird darin rothgelb **); Wasser, in das man einige

*) Diese Behauptung steht in keinem Widerspruch mit der Erscheinung von einem zur alizarinhaltigen Gallerte gerinnenden Auszug, den man bei dem Ausdrücken von Krapppulver *mit Wasser* erhält, da in dem Krapp das Alizarin mit Zucker und andern schleimartigen Stoffen in Verbindung steht, welche das Alizarin leicht durch das Leimtuch mit sich fortreifsen.

**) Dampft man diese Auflösung ab, so bleiben rothgelbe Flocken zurück, die bei weiterer Erhitzung storaxartig riechen und sich leicht in Nadeln verwandeln.

Tropfen davon bringt, wird nach und nach röthlichviolett, und Papiere, die damit tingirt werden, erhalten an der Luft eine Lillafarbe, die durch Kalien violett, und durch Säuren gelb wird.

4. Im *Aether* geschieht seine Auflösung gleichfalls leicht, und es fordert das Alizarin bei obiger Temperatur von einem Aether zu 0,73 spec. Gew. 160 Theile. Eine solche Auflösung sieht auch rothgelb aus, und läfst nach dem Eintrocknen das Alizarin besser, als aus der Alkoholauflösung sich sublimiren. Aether, der nicht davon gesättigt wird, erhält eine gelbröthliche Farbe, und Wasser, das mit einer gesättigten Auflösung geschüttelt wird, schlägt das Alizarin in schmutzig röthlichen Flokken nieder.

5. Auch in *Schwefelkohlenstoff, Terpenthinöl, Steinöl* und *fettem Oel* löst sich das Alizarin unter röthlichgelber Färbung des Lösungsmittels.

6. Aufgufs von *blauem Kohl, Veilchensaft* und *Lackmus* wird durch eine Auflösung des Alizarin in Alkohol oder Aether roth gefärbt.

7. *Chlorwasser*, in welches das krystallisirte Alizarin gebracht wird, verändert seine Farbe nur sehr langsam (wahrscheinlich erst nach Verwandlung des Chlors in Salzsäure) in ein lichteres Gelbroth; auch mit Krapp gefärbtes Baumwollen-Garn wird nur dann dadurch vollkommen gebleicht (reducirt), wenn der gröfste Theil der Farbe auf irgend andere Art vorher davon entfernt worden ist.

8. *Jod* (in fester Gestalt) erweicht sich mit den Alizarinnadeln zu einer grauen Materie, welche aber bei der Erwärmung zuerst das Jod, und dann das Alizarin sich sublimiren läfst.

Aus diesen Verhältnissen begreift sich, warum der Krapp, da er Zucker enthält, in seinen Wasserauszügen einiges Alizarin absetzt, und warum Alkohol, so wie *Aether* zu den besten Abscheidungsmitteln gehören.

D.

D. Verhalten zu einigen Säuren, Oxyden und Salzen, so wie bei der Verbrennung mit Kupferoxyd.

1. Wird in concentrirte *Schwefelsäure* krystallisirtes Alizarin gebracht, so löst es sich darin unter blutrother Farbe auf, die nach und nach in's Braune übergeht, und schlägt sich daraus bei Zugufs von Wasser wieder nieder. Ist die Säure mit Wasser verdünnt, so bringt sie in den verschiedenen Auflösungen das Alizarin zum Niederschlag in hellbräunlichen Flocken, unter gelblicher Färbung der rückständigen Flüssigkeit.

2. Concentrirte *Salpetersäure* und *Salzsäure* lösen das Alizarin gleichfalls, wiewohl mit einiger Zersetzung, auf, und es wird jene gelblichroth und diese röthlichgelb. — Auch schlagen sie es aus den Auflösungen gelbbräunlich und folglich verändert nieder.

3. Die *eigentlichen Kalien* verbinden sich leicht mit dem Alizariin zu einer violetten Auflösung, die nach Verhältnifs der Menge von jenem und der Dichtigkeit der Auflösung mehr oder weniger dunkel ist, und mehr oder weniger in's Rothe oder Blaue sticht. Am schönsten ist die Auflösung mit Ammoniak, weniger die mit Kali und Natron. Werden diese Auflösungen eingetrocknet, so entstehen keine Krystalle, sondern nur hautartige Blättchen von violettbräunlicher Farbe, und erhitzt man diese nach und nach stärker, so sublimirt sich das Alizarin aus der Ammoniakverbindung, aber nicht aus der mit den zwei andern Kalien.

Werden statt der Aetzkalien die kohlensauren Kalien genommen, so färben sie sich gleichfalls violett durch das Alizarin; aber die Kohlensäure dieser Salze wird dadurch nicht ausgetrieben. Nimmt man zum Versuch eine Lösung von doppelt-kohlensaurem Natron, so bleibt das Alizarin unaufgelöst, und jenes wird kaum etwas gefärbt, woraus erhellt, dafs das Alizarin schwächer als die Kohlensäure ist, und sich mit den Kalien in diesen Salzen

nur, wenn sie mit Kohlensäure nicht neutralisirt sind, verbinden kann. Erhitzt man jene Lösung des kohlensauren Natrons mit dem Alizarin in offenem Gefäfs, so erscheint nach und nach die violette Farbe, weil jetzt ein Theil der Kohlensäure ausgetrieben worden ist.

4. Bringt man mit den *kalischen Erden* in ihrer wäfsrigen Auflösung (Kalk-, Baryt-Bittererdelösung) mit einer Auflösung des Alizarin in Alkohol zusammen, so wird die Flüssigkeit nach und nach lillafarbig, und setzt nach 1 bis 2 Tagen eine violette Verbindung des Alizarins mit den entsprechenden Erden nieder, aus der es sich nicht sublimiren läfst. Wird zu Lösungen des salzsauren Kalks, essigsauren Kalks und phosphorsauren Kalks, der in Salzsäure aufgelöst ist, eine Lösung des Alizarin in Ammoniak gebracht, so sind die Niederschläge bei den zwei ersten hellviolett, bei letzterem aber schmutziggelblich. Wird eine Lösung von salzsaurer Bittererde genommen, so stellt sich erst nach ein Paar Tagen ein schöner dunkelvioletter Niederschlag ein.

5. Eine Auflösung des Alizarin in Ammoniak schlägt sich mit einer *Alaunlösung* rothbräunlich nieder, und dieser Niederschlag wird durch Aetzkali wieder aufgelöst. Auch erhält man bei Zusammengiefsung von einer Auflösung des Alizarin in Alkohol mit *Kieselkalilösung* einen hellvioletten Niederschlag, der bei dem Auswaschen mit Wasser bleibend erscheint.

6. Digerirt man *rothes Eisenoxyd* mit Wasser und Alizarin, so erhält man bei dem Filtriren eine rothbraune Auflösung, und mit dieser Farbe schlägt sich auch die Ammoniakverbindung des Alizarin mit *Eisenvitriol* nieder. *Zinn-*, *Kupfer-*, *Quecksilber-* und *Gold-*Auflösungen liefern mit derselben Flüssigkeit nur einen schmutzigbräunlichen Niederschlag; essigsaures *Bleioxyd* hingegen einen schönen mehr oder weniger hellvioletten und eben so auch *Silbersolution*. *Saures weinsteinsaures Kali* giebt mit ihr nur einen braungelblichen Niederschlag.

7. Um die Wirkung des Alizarin bei *leicht oxy-*
rbaren Metallen zu erproben, kochte ich *Zinkspäne*
it Wasser und Alizarin; es entwickelte sich bald
ne meſsbare Menge von Wasserstoffgas, die Flüssig-
eit wurde röthlichviolett, verlor aber nach dem Er-
alten fast ganz seine Farbe, und lieſs nebst unange-
iffenen Zinktheilen rothbraune Flocken zurück, aus
enen Salzsäure das Alizarin niederschlug, und welche
as aufgenommene Zinkoxyd bei kohlensaurer Kalilö-
ing wieder gab. Es wurde also das Zinkmetall oxy-
irt, und hatte sich mit dem Alizarin als Oxyd ver-
unden.

8. Alizarin (2 Gran), das mit 7 Gran Bleioxyd
erbunden ward, wurde mit 60 Gran Kupferoxyd ge-
ischt und mit 20 Gran weitern Kupferoxyd, das auf
ie vorhergehende Mischung kam, in einer Zersetzungs-
öhre von Platin verbrannt. Es entstand nur etwas Was-
er und 2,5 rhein. Cubikzoll Kohlensäure, aber kein Stick-
as. 100 Gran Alizarin würden demzufolge aus 18,0
ohlenstoff, und da der Verlust der vor- und nachher
it dem Inhalt gewogenen Platinröhre $=5{,}0$ Gran war,
is 20,0 Wasserstoff und 62,0 Sauerstoff bestehen, wie
ei dem Versuch die Verbindung des Alizarins mit dem
leioxyd ganz frei von Wasser war. Da man aber hie-
urch auf eine Capacität ($=15{,}2$) kömmt, welche der
ei dem nachherigen Versuch (9.) berechneten wider-
pricht, so dient jeder Versuch nur zum Beweis, daſs
as Alizarin stickstofffrei ist.

9. Noch machte ich einen Versuch, um die Sätti-
ingscapacität des Alizarin bei Oxyden zu bestimmen,
it 2 Gran desselben, die ich mit Aetzammoniak auf-
iste, und dessen Auflösung nachher mit essigsaurem Blei
edergeschlagen wurde. Das zur gänzlichen Auflösung
es Alizarin gebrauchte Ammoniak von 6,2 Gehalt (nach
alton) betrug 100 Gran; da die Auflösung noch nach
mmoniak roch, so lieſs ich sie so lange in flachem

Gefäfs stehen, bis sie geruchlos geworden war. Alsdann wurde eine verdünnte Auflösung von essigsaurem Bleioxyd zugegossen, bis kein weiterer Niederschlag entstand, und ich erhielt nach dem Trocknen des Filtrirten auf dem Ofen ein Gewicht von 9 Gran für die entstandene Verbindung der 2 Gran Alizarin mit dem Bleioxyd, die violettröthlich aussah. Bei dieser Verbindung waren also 22,22 Alizarin mit 77,78 Bleioxyd vereinigt, wenn sie kein Wasser enthielt, oder 100 Gran von jenen hatten 350 Gran von diesen aufgenommen, und die Sättigungscapacität des Alizarin wäre demnach, da 100 Gran Bleioxyd 7,171 Gran Sauerstoff enthält, =25,09, wenn die Verbindung eine neutrale und frei von Wasser war, folglich stärker als die der Kleesäure, bei der sie =22,13 ist. Aber weit entfernt, diesen Versuch für entscheidend*) anzusehen, sehe ich ihn nur als ein vorläufiges Experiment an, das noch durch weitere Versuche mit andern Oxyden seine Berichtigung erhalten mufs.

E. Gewinnungsarten des Alizarin.

1. Da (nach *A.* 1.) durch eine unmittelbare Sublimation des selbst gebeutelten Krappmehls entweder kein Alizarin oder nur höchst wenig gewonnen wird, da ferner (nach *A.* 5.) die Behandlung des Krappmehls mit Kalien und nachheriger Schwefelsäure kein günstiges Resultat giebt, da endlich ein blofser Auszug mit Alkohol (nach *A.* 2. *c* Anmerk.) ohne nachherigen Gebrauch von Schwefelsäure bei der Sublimation eben so wenig gut zum Zweck führt, als eine blofse Behandlung des ausgewaschenen Mehls mit verdünnter Schwefelsäure unter nachheriger Sublimation (nach *A.* 4.), so bleiben, meinen Versuchen zufolge, nur diejenigen zwei Methoden als brauchbar übrig, welche im Gebrauch von *Alkohol* und *Schwefelsäure* nach

*) Essigsaures Bleioxyd enthält gegen 14 Proc. Wasser, es kann also jene Verbindung des Alizarin wohl auch Wasser enthalten haben.

orangegangener Gährung, oder im Gebrauch von *Aether* it oder ohne vorangegangene Schwefelsäure bestehen.

2. Nach der *ersten* von diesen beiden Methoden ingt man also mit Aufweichung des Krappmehls in kal-en Wasser und Durchseihen auf Leinwand an, bringt ann den Rückstand mit etwas Hefe und Wasser zur ährung, seiht wieder durch, filtrirt und digerirt den usgepreſsten und filtrirten Rückstand mit Alkohol, bis ieser bei seiner Erneurung nach vorangegangener Ab-ieſsung der bereits erhaltenen Tinctur nicht mehr stark efärbt wird. Die gesammelten Tincturen (auch die durch uspressen des alkoholigen Rückstands erhaltene) wer-en nun bis $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{4}$ des Ganzen abdestillirt, der dun-elrothgelbe Rückstand mit verdünnter Schwefelsäure ver-etzt, der flockige, rothbraune Niederschlag gesammelt, etrocknet, pulverisirt und auf eine Sublimirfläche unter-alb eines sehr flachen Trichters oder durchbohrten Dek-els von Glas gebracht, um das Alizarin bei mäſsig stei-ender Hitze als gelbe oder gelbrothe Nadeln herauszu-eiben.

3. Wendet man nach der *zweiten* Methode Schwe-eläther an, so kann man *a*) entweder unmittelbar das eine Pulver des Krapps damit behandeln, sey es durch loſse Digestion in einer gut mit Kork und Blase ver-chlossenen Flasche, oder sey es durch Destillation in iner Retorte mit gut verkitteter Vorlage und Cohoba-ion des übergegangenen Aethers, oder *b*) kann man vor-er das Krapppulver mit kaltem Wasser, und hierauf mit erdünnter Schwefelsäure *) (die wieder gut ausgedrückt verden muſs) behandeln, ehe man das wieder getrock-

*) Daſs durch vorangegangene Schwefelsäure der Aetherauszug befördert werde, erwieſs sich mir bei einer Probe mit gekrapptem Garn, wovon ich eine Portion unmittelbar mit Aether behandelte, die andere aber erst nach vorangegangener Behandlung mit verdünnter Schwefelsäure; dort konnte ich dem Garn seine Farbe nicht entziehen, aber hier erhielt ich unter Entfärbung des Garns bald einen Auszug von Alizarin.

nete Pulver mit dem Aether zusammenbringt. Auf welche Art man aber die Aethertinctur erhält, so wird diese in einer Retorte destillirt, und der bis zum Syrup eingekochte Rückstand nach seiner Herausnahme in einer Schale, oder auf dem Sublimirgefäfs selbst bei der Temperatur des Zimmers abgedunstet, und dann erst zum Sublimiren durch eine untergestellte Lampe oder in einem Sandbad, gebracht. Dieses Mittel, und insbesondere der unmittelbare Gebrauch von Schwefeläther, von dem man zu 20 Loth feinem Krapppulver 8 Loth in eine gut verschlossene und mit einer Blase umbundene Flasche zur Erwärmung bringt, um die erhaltene Auflösung zum Sublimiren anzusetzen, möchte für jetzt auch noch *das einfachste Prüfungsmittel* eines Krapps seyn.

4. Zum *Sublimirapparat* taugt (wie bei *A.* 1. bemerkt worden ist) nicht sowohl ein Tiegel oder eine Glasröhre, sondern vielmehr ein Uhrglas oder ein concaves Eisenblech, auf welches man das zu sublimirende Pulver ausbreitet, weil dasselbe das Alizarin um so leichter aus sich heraustreten lassen kann, je dünner seine Schicht ist, und je mehr Fläche dem Heraustretenden dargeboten wird. Und da sich die Alizarinnadeln nicht sehr hoch erheben, so mufs der mit einem kleinen Loch versehene Sublimirdeckel oder Trichter nur sehr flach seyn; auch ist, damit durch diese Oeffnung nur die Feuchtigkeitsdämpfe und nicht zugleich die Alizarindämpfe austreten, in diese Oeffnung ein Stückchen Baumwolle oder Fliefspapier einzustecken; endlich darf man dem Sublimirapparat keine sehr starke Hitze, sondern nur eine, besonders anfangs mäfsige und erst späterhin steigende Wärme ertheilen, damit das Alizarin sich nach und nach aus den tieferen Stellen des Pulvers herausziehen und bei dem Ankommen an der Oberfläche sich krystallisiren oder auch an den Sublimirdeckel anfliegen kann, dessen Abkühlung mit feuchtem Tuch den Procefs beschleunigt.

F. **Schlüsse aus den im Vorhergehenden untersuchten Verhältnissen des Alizarin.**

I. *Auf die Natur des Alizarin.* Das Alizarin ist ein vegetabilischer, stickstoffloser Stoff, der alle Kennzeichen einer Säure an sich trägt, da er säuerlich schmeckt, blaue Pigmente röthet, sich leicht mit verschiedenen Oxyden zu theils auflöslichen, theils unauflöslichen Salzen verbindet, aus diesen Salzen sich durch stärkere Säuren niederschlägt, und als Salztheil sich bei galvanischer Einwirkung zum positiven Pol hinzieht, und also wie andere Säuren negativ sich verhält. Man kann daher das als rothgelbe Nadeln sich krystallisirende Alizarin *Krappsäure* heifsen.

II. *Auf seine Anwendung zum Reagens.* Da Papiere, die in einer Auflösung der Krappsäure in Alkohol oder Aether getaucht und schnell getrocknet in verschlossenem Gefäfs aufbewahrt werden, an der Luft des Zimmers (durch die Ammoniakdünste) eine Lillafarbe, bei den Kalien überhaupt eine violette, und durch Säuren eine gelbe Farbe annehmnn, auch bei jenen die gelbe Farbe wieder verlieren, so können solche Papiere sehr gut zu Reagentien gebraucht werden. Und da doppeltsaure Kalien (sonst auch neutrale genannt) durch das Alizarin nicht gefärbt werden, so kann dieses zur Prüfung von jenen dienen.

III. *Auf die Theorie des Rothfärbens.* Da die Krappsäure in dem Krapp mit verschiedenen Oxyden und andern Stoffen verbunden ist, und da sie den Zeugen nicht für sich, sondern nur in Verbindung mit andern Materien, (als Salz) denselben eine schöne rothe Farbe ertheilt, so besteht die Hauptaufgabe des Rothfärbens mit Krapp einerseits in der Entfernung der für den Zweck im Krapp vorhandenen schädlichen Stoffe, und andererseits in der vortheilhaftesten Verbindungsweise der Krappsäure des Krapps mit einem die schönste Farbe gebenden Stoff. Weit entfernt, in der Hinsicht einen Rath ertheilen zu wollen, gebe ich im Folgenden nur einige

Versuche an, welche sich auf die Theorie der bisher üblichen Weise des Färbens beziehen.

G. Versuche, die Theorie des Rothfärbens der Baumwolle mit Krapp betreffend.

1. In den meisten Färbereien wird die Baumwolle bekanntlich auf folgende Art behandelt. Sie wird zuerst mit Lauge von 3 Grad, und hierauf mit *Oel, Lauge* und Schaafbollen 5—6 Mal gekocht, ausgewunden und getrocknet. Dann folgt die *Beitzung* mit einer Alaunbrühe, und nachher mit einer Lauge von Gallus und Sumach, wodurch die Baumwolle eine grünlichgelbe Farbe erhält. Nach dieser Vorbereitung der Baumwolle wird das Krappmehl mit lauem Wasser abgewaschen, und dann mit Wasser (hie und da auch mit Blut) in einem Kupferkessel zum Kochen gebracht. Nun wird die gebeitzte Baumwolle (1 Pfund auf 1 ½ Pfund Krappmehl) in das heiſse *Krappwasser* so lange getaucht, bis das helle Wasser abläuft. Ist dieses geschehen, so wird die gekrappte und rothbraungefärbte Baumwolle mit *Lauge* von 4° und mit *Seife* ($\frac{1}{10}$ Gewicht von der gebrauchten Baumwolle) sehr stark im Dampfkessel gekocht, ausgewunden und getrocknet; das rückständige Wasser sieht alsdann gelbbräunlich aus und die Baumwolle hat von ihrer bräunlichen Farbe verloren. Endlich wird die auf diese Art geseifte Baumwolle in ein mit etwas *Scheidewasser* (½ Schoppen auf 2 Eimer) angesäuertes Wasser, oder auch in eine Zinnauflösung getaucht, ausgewunden und getrocknet, so daſs sie jetzt die verlangte Farbe und Glanz hat und verschickt werden kann.

2. Mit den Producten dieser verschiedenen Processe, denen die Baumwolle bei dem Färben unterworfen wird, habe ich nun folgende Versuche gemacht.

a) Von der gleich anfangs *geseiften und wieder ausgewaschenen Baumwolle* digerirte ich eine Portion mit verdünnter Salzsäure; die Flüssigkeit wurde trübe, setzte

bräunliche Flocken ab, die bei dem Trocknen und Erhitzen fettig rochen, und liefs die Baumwolle mit gelblichweifser Farbe zurück. Eine andere Portion derselben Baumwolle wurde mit Aetzkalilauge erwärmt; die Auflösung roch fettig, trübte sich stark bei Zugufs von Salzsäure, und setzte auf der Oberfläche Fett an. — Bei diesem ersten Procefs wird also Seife, d. h. ölsaures Kali (oder Natron), mit der Baumwolle verbunden.

b) Zu einer Portion von *gebeitzter* und grünlichgelber Baumwolle kam eine Aetzkalilösung. Die bräunlich gewordene trübe Flüssigkeit setzte bei Zusatz von überschüssiger Salzsäure schmutzig-weifse Flocken ab, welche sich theils in Aetzkali fast wieder ganz auflösten, theils aber auch bei dem Brennen nach Fett rochen und einen grauen Rückstand hinterliefsen; die rückständige Baumwolle aber sah nach diesem Versuch wieder ziemlich weifs aus. — Durch die Beitzung kömmt also an die Baumwolle unter Zersetzung des ölsauren Kali's ölsaure Alaunerde nebst etwas Eisenoxyd und Gerbesäure (des Gallus und des Sumachs).

c) *Gekrappte Baumwolle* wurde, als eine Portion davon mit verdünnter Schwefelsäure gekocht ward, schmutzighellbräunlich, und das abgewaschene trübe Wasser liefs theils Flocken von Alizarin fallen, theils, nach dem Filtriren mit Kali gekocht, einen schwarzbraunen Stoff niederschlagen, der mit blausaurem Eisenkali blaugrün wurde, und wahrscheinlich gerbesaures und gallussaures Eisenoxyd mit Alaunerde war. — Als ich nachher noch eine andere Portion derselben Baumwolle mit Alkohol und Aetzkali digerirte, so wurde das Garn gänzlich weifs, der violettrothe Auszug aber gab bei dem Filtriren eine Flüssigkeit, die, mit Schwefelsäure niedergeschlagen, eine schmelzbare, nach Oel riechende Materie lieferte, und einen weifslichten Rückstand, der nach seiner Auflösung in Schwefelsäure mit kohlensaurem Ammoniak einen schmutzig-weifsen Niederschlag zur Folge hatte. Durch

das Krappen der gebeitzten Baumwolle entsteht also vorzüglich krappsaure Alaunerde, die sich dem Stoff einverleibt, nebst krappsaurem Eisenoxyd und gallussauren, so wie gerbsauren Salzen; auch hängt ihm noch etwas ölsaure Alaunerde an.

d) *Gekrappte und dann geseifte* Baumwolle lieferte, unter Veränderung der rothen Farbe in Rothbraun, mit verdünnter Schwefelsäure eine Flüssigkeit, welche nach dem Filtriren Eisenoxyd und Alaunerde enthielt.

e) Mit einer zuletzt noch *in angesäuertem Wasser* behandelten Baumwolle, oder mit einer in Zinnauflösung eingetauchten, machte ich noch keine Versuche; indessen ist nicht unwahrscheinlich, dafs der Stoff durch jenes Wasser von seinem anhängenden Eisenoxyd verliert, und bei dieser Auflösung sich krappsaures Zinnoxyd an ihn anhängt.

3. Aus den gemachten Versuchen und ihren einzelnen Resultaten ergiebt sich im Wesentlichen folgende *Theorie* des Rothfärbens mit Krapp: zuerst wird der weifsen Baumwolle ölsaures Kali ertheilt, dann dieses in ölsaure Alaunerde verwandelt, hierauf diese ölsaure Alaunerde zu krappsaurer Alaunerde gemacht, und endlich noch das von dem Krapp selbst herkommende Eisenoxyd durch sehr verdünntes Scheidewasser so viel als möglich weggeschafft, so dafs die mit Baumwolle verbundene Farbe als *krappsaure Alaunerde mit etwas wenigen anhängenden ölsauren, gallussauren und gerbesauren Salzen* anzusehen ist.

H. Bemerkungen über Colin's, Robiquet's und Köchlin's neue Untersuchungen von dem Färbestoff des Krapps *).

1. Wenn man nach Colin und Robiquet den mit Wasser ausgedrückten *Rückstand des Krappmehls wegwirft*, und blofs den gallertartig gewordenen Auszug

*) *Siehe* Journal d. techn. und ökonom. Ch., Heft 1. p. 96.

weiter behandelt, so verliert man sehr viel von der Krappsäure, indem das Wasser nicht im Stande ist, alle Verbindungen der Krappsäure mit andern Stoffen in dem Krapp auszuziehen; noch mehr aber geht davon zu Grunde, wenn man nach ihrer späterhin angegebenen Methode das Krapppulver mit *Schwefelsäure verkohlt*, da (wie Köchlin richtig bemerkt hat) die Krappsäure von der Schwefelsäure theils aufgelöst, theils zerstört wird.

2. Das Alizarin *neutral* zu nennen, da es sich doch so leicht mit verschiedenen Oxyden verbindet, möchte, wenn es auch in seiner Elementarzusammensetzung keinen überschüssigen Sauerstoff enthalten sollte (wie es bei Holzfaser, Zucker etc. der Fall ist), nicht wohl erlaubt seyn, und, wenn es sich auch in der gröſsten Menge von *Alkohol* auflöst und denselben noch färbt, so kann es selbst doch nur durch eine *bestimmte* Menge Alkohol von bestimmter Stärke aufgelöst werden. Und eben so ist auch sein Verhältniſs zum *Aether* beschaffen.

3. Das sogenannte *Purpurin*, welches man aus dem Krapp vermittelst Alaunwassers erhält, und das allerdings bei Zusatz von etwas Säure schöner ausfällt, weil dadurch andere Oxyde weggeschaft werden, scheint nicht bloſs Alaunerde zu enthalten, sondern *ist wirklich* eine Zusammensetzung aus Alizarin und Alaunerde.

4) H. Köchlin scheint (p. 99. und 100.) aus seinen Versuchen schlieſsen zu wollen, daſs das aus der Alkohollösung unmittelbare sublimirte *Alizarin* nicht der reine Färbestoff, sondern *eine Verbindung des rothen Färbestoffs mit Harz* sey. Allein bei einem Wasserauszug gehen zugleich andere Stoffe mit (als: Extractivstoff, Zucker, Schleim etc.), welche der Sublimation entgegenstehen; werden also diese nicht durch Alkohol abgetrennt, so sublimirt sich das Alizarin entweder gar nicht oder sehr wenig. Ferner entziehen Wasser, Alaun und Säure dem Krapp nicht alles Alizarin; es kann also (wie ich selbst schon gefunden habe) Alkohol noch aus dem

Rückstand Färbestoff ziehen. Endlich war eben deswegen, das hellgelbliche Sublimat, das H. Köchlin bei diesem letzten Alkoholauszug bekam, höchst wahrscheinlich kein Harz, sondern wahres Alizarin, was mit ein Paar Tropfen Salmiakgeist sich leicht entschieden hätte.

VII. *Darstellung des Stickstoffgases.*

In den *Ann de chim. et de phys.* *T.* 17. *p.* 351. hatte Hr. Grouvelle angegeben, daſs man durch Erhitzung eines Gemenges von salpetersaurem Kali und chlorwasserstoffsaurem Ammoniak Stickstoffoxydulgas bekomme. Hr. Soubeiran hat diese Angabe geprüft (*Journ. de Pharm. Ann. XIII. p.* 321.) und sie unrichtig befunden. Nach ihm bekommt man bei Erhitzung eines solchen Gemenges keine Spur von Stickstoffoxydul, vielmehr ein Gas, das, auſser geringen Spuren von sogenannten *acide nitreux,* nur Chlorgas und Stickgas enthält. Da man die beiden ersten Stoffe leicht mit Wasser und ein wenig Aetzkali fortschaffen kann, so empfiehlt er dieſs Verfahren zur Darstellung des Stickgases, und räth dazu, als das beste Verhältniſs, 2 Th. Salpeter auf 1 Th. Salmiak zu nehmen *). Der Rückstand der Destillation besteht aus Chlorkalium. Bei Erhitzung eines Gemenges von 3 Th. Salpeter und 1 Th. Salmiak erhielt Hr. S. auſser den angegebenen Gasen, noch eine Flüssigkeit, bestehend aus Chlorwasserstoffsäure, sogenannte *acide nitreux*, und Salmiak.

*) Man sollte glauben das beste Verhältniſs wäre ungefähr = 12:10, denn ein Gemenge von $(\dot{K}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{N}}) = 1266{,}952$ und $1\frac{1}{2}$ $(\bar{N}\bar{H}^3 + \bar{C}l\bar{H}) = 1004{,}404$ enthält den Sauerstoff und Wasserstoff gerade in dem zur Wasserbildung nöthigen Verhältniſs.

P.

VIII. *Fortsetzung der Untersuchung des Platins vom Ural; von G. Osann, Professor der Chemie in Dorpat* *).

Untersuchung der Platina von Nischnei Tagilsk.

Diese Sorte besteht aus dunkel aschgrauen, beinahe schwarzen Körnern, welche die Gröfse eines Pfefferkorns und darüber haben.

1. 1,305 Grm. wurden mit Salpeter-Salzsäure in einem Kolben übergossen und damit digerirt. Nach Verlauf einiger Tage hatten sich die Körner bis auf eine geringe Menge kleiner, stark metallisch glänzender Blättchen aufgelöst. Hievon wurde die Auflösung abfiltrirt; das unaufgelöst Gebliebene hatte ein Gewicht von 0,0235. Die Auflösung sah dunkelroth aus.

2. Dieselbe wurde in eine Retorte gebracht und der Destillation unterworfen. Als die Auflösung beinahe gänzlich bis zur Trockne abdestillirt war, wurde Wasser zugegossen und von Neuem destillirt. Diefs Verfahren wurde so lange fortgesetzt, bis die übergehende Flüssigkeit nicht mehr sauer reagirte. Nachdem ich mich hiedurch überzeugt hatte, dafs die Auflösung keine freie Säure mehr enthielt, wurde sie in einen Glascylinder gegossen und mit einer Auflösung von Cyanquecksilber versetzt. Es fällten sich gelbe Flocken, welche, abfiltrirt, getrocknet und durch Hitze zersetzt, 0,0035 Palladium gaben.

3. Die Auflösung mit Salmiak versetzt, gab einen ziegelrothen Niederschlag. Dieser abfiltrirt, getrocknet und durch Hitze zersetzt, liefs 0,9560 Platin in fein zertheiltem Zustand (Schwammplatin) zurück. Dieses in Salpeter-Salzsäure digerirt, löste sich bis auf eine geringe Menge eines schwarzen Pulvers auf, welches getrocknet

*) Die frühere Untersuchung findet sich in den Ann. Bd. 87. S. 311.

ein Gewicht von 0,0250 hatte. Die nun erhaltene Auflösung mit Salmiak versetzt, gab einen hellgelben Niederschlag von Chlorplatin-Ammonium. Die rothe Farbe des Chlorplatin-Ammoniums, welche dasselbe bei der ersten Fällung der Flüssigkeit mit Salmiak angenommen hatte, mufste daher von dem, bei der Auflösung des reducirten Platins unaufgelöst gebliebenen schwarzen Pulvers herrühren. Diese Eigenschaft desselben, so wie die, sich in Salpeter-Salzsäure nicht aufzulösen, sind die characteristischen Eigenschaften des Iridiums, setzen es daher aufser Zweifel, dafs es dasselbe war. Wird 0,0250 von 0,9560 abgezogen, so erhält man für das reine Platin die Zahl 0,9310.

4. Da das Chlorplatin-Ammonium etwas in Wasser auflöslich ist, so mufste die in (3.) davon abfiltrirte Flüssigkeit noch davon enthalten. Sie wurde daher bis auf ein Gewisses abgedampft und zur Krystallisation dieses Salzes bei Seite gestellt. Nach einiger Zeit hatten sich Krystalle davon in der Flüssigkeit gebildet. Als die Entstehung neuer nicht mehr bemerkt werden konnte, wurde die Flüssigkeit davon abfiltrirt und das Salz durch Hitze zersetzt. Das so erhaltene Platin hatte ein Gewicht von 0,1400.

5. Das Filtrat von (4.) wurde mit Ammoniak übersättigt. Es fällten sich braune, wie Eisenoxyd aussehende Flocken. Der Niederschlag wurde getrocknet. Da er Quecksilberoxyd enthalten mufste, welches durch das der Flüssigkeit hinzugefügte Cyan-Quecksilber in dieselbe gekommen war, so wurde er, um dieses zu entfernen, in einem Porcellanschälchen über einer Weingeistlampe erhitzt. Nachdem das Quecksilber verdampft war, wurde der Rückstand mit Salzsäure digerirt. Er löste sich bis auf eine geringe Menge eines schwarzgrauen Pulvers auf, welches abfiltrirt, getrocknet und gewogen 0,0153 betrug.

6. Diese 0,0153 Grm. wurden mit Salpeter-Salzsäure digerirt. Sie lösten sich bis auf 0,0074 Gewicht eines

:hwarzen Pulvers auf. Nach der Eigenschaft desselben, ch in Salpeter-Salzsäure nicht aufzulösen, konnte es hodium oder Iridium seyn. Da jedoch die salzsaure uflösung des letzteren durch Salmiak als dreifaches Salz :fällt wird, so hätte dasselbe früher mit dem Platin aus er Auflösung fallen müssen. Es war also Rhodium. us der salpeter-salzsauren Auflösung setzte sich noch ine geringe Menge eines schwarzen Pulvers ab, welches ch im Aeufsern nicht von dem unaufgelöst gebliebenen :hwarzen Pulver unterschied, und daher für Rhodium enommen wurde. Das Gewicht desselben betrug 0,0003.

7. Das Filtrat von (6.) durch Abdampfen concen-itt, gab mit Salmiak versetzt eine geringe Menge Chlor-latin-Ammonium. Die Menge des darin enthaltenen Pla-ns ergiebt sich, wenn das Gewicht des Rhodiums von em in Salzsäure (6.) unaufgelöst Gebliebenen abgezogen ird, zu 0,0076.

8. Die salzsaure Auflösung von (5.) wurde bei ge-nder Wärme zur Trockne abgedampft. Die trockne lasse mit Alkohol vermischt und damit in Digestion ge-etzt, liefs einen Theil unaufgelöst. Dieser wurde abfil-irt, getrocknet, geglüht und hierauf mit Salzsäure dige-rt. Unaufgelöst blieb ein graues Pulver. Das Gewicht esselben war 0,0053. Es löste sich völlig in Salpeter-alzsäure auf. Die Auflösung wurde concentrirt und hier-if mit Salmiak versetzt. Es fällte sich Chlorplatin-Am-onium. Es war also Platin. Die salzsaure Auflösung urde mit Ammoniak gefärbt. Der erhaltene Niederschlag h wie Eisenoxyd aus. Er wurde getrocknet, geglüht id gewogen. Das Gewicht desselben betrug 0,0783. ersuche, welche damit vor dem Löthrohr angestellt wur-:n, bewiesen, dafs es nur Eisenoxyd war.

9. Die alkoholische Auflösung wurde mit Wasser :rdünnt und hierauf erwärmt, um den Alkohol zu ver-ichtigen. Nachdem die Flüssigkeit einige Zeit im Sie-en erhalten worden war, wurde sie mit Ammoniak im

Ueberschuſs versetzt. Es fällten sich braune, wie Eisenoxyd aussehende Flocken; sie wurden abfiltrirt, getrocknet, geglüht und gewogen. Das Gewicht derselben betrug 0,1253. Versuche mit dem Löthrohre zeigten, daſs es bloſs Eisenoxyd war.

10. Das Filtrat von (9.) war eine schwach bläulich gefärbte Flüssigkeit. Es wurde mit dem von (8.) erhaltenen Filtrat zusammengegossen. Hydrothionsaures Schwefelammoniak hinzugesetzt, gab einen dunkelbraunen Niederschlag, welcher getrocknet schwarz aussah. Da dieser Niederschlag auch wohl etwas anderes als Zweifach-Schwefelkupfer seyn konnte, so wurde er in eine, an einem Ende zugeschmolzene Glasröhre gebracht und erhitzt. Es sublimirte sich etwas Schwefel, zurück blieb ein schwarzes Pulver. Es wurde gewogen, das Gewicht betrug 0,0213. Etwas davon wurde geröstet und nachher mit Borax vor der Löthrohrflamme geschmolzen. Ich erhielt in der äuſseren Flamme eine grüne Glasperle, welche in der innern Flamme unter Ausscheidung eines Kornes von metallischem Aussehen sich entfärbte. Es war also Kupfer.

Nach dieser Untersuchung ist die Zusammensetzung dieses Platinerzes folgende:

		In Proc.
In Salpeter-Salzsäure unaufgelöst gebliebener Rückstand	0,0235	1,80
Palladium	0,0035	0,26
Iridium	0,0250	1,91
Platin	0,9310 0,1400 0,0076 0,0053	83,07
Rhodium	0,0074 0,0003	0,59
Eisen	0,0867 entsprechend 0,1253 FO^3 0,0542 entsprechend 0,0783 FO^3	10,79
Kupfer	0,0170 entsprechend 0,0213 CuS	1,30
Verlust	0,0035	0,11
	1,3050	99,83

Auf-

Auffindung eines neuen Metalls.

Da das uralsche Platin eben so wie das amerikanische durch Behandlung mit Salpeter-Salzsäure in zwei Theile zerfällt, von welchen der eine sich in dieser Säure auflöst, der andere unaufgelöst zurückbleibt, so zerfällt auch die chemische Untersuchung in die des auflöslichen Theils und in die des unaufgelöst gebliebenen Rückstandes. Durch die Untersuchung der Auflösungen zweier Sorten Platina (man sehe meine erste in diesen Annalen mitgetheilte Analyse) hatte ich mich von den Bestandtheilen des auflöslichen Theils dieser Sorten überzeugt, es war jetzt die Aufgabe, den unauflöslichen Theil zu analysiren. Es wurden zu diesem Zweck gegen 100 Grm. der in der Münze zu St. Petersburg käuflichen Sorte Platins mit Salpeter-Salzsäure digerirt. Nachdem ich mich überzeugt hatte, dafs bei erneuertem Zusatz von Salpeter-Salzsäure keine Verminderung des unaufgelöst Gebliebenen statt gefunden hatte, wurde die Flüssigkeit davon abfiltrirt. Der unaufgelöst gebliebene Rückstand wurde getrocknet, hierauf mit Kalilauge übergossen und durch Abdampfen eingetrocknet. Zu der eingetrockneten Masse wurden einige Krystalle Salpeter gethan und die Masse geschmolzen. Nachdem sie erkaltet war, wurde die Masse in Wasser aufgemischt, und das, was sich nach einiger Zeit abgesetzt hatte, durch Abgiefsen von der Flüssigkeit getrennt. Das Zurückgebliebene wurde von Neuem mit Kali und Salpeter geschmolzen, die erhaltene Masse nach dem Erkalten wieder in Wasser aufgelöst, und das unaufgelöst Gebliebene abermals mit Kali behandelt. Auf diese Weise wurde fortgefahren, bis der Rückstand das metallische Ausseln verloren hatte. Das unaufgelöst Gebliebene wurde zu den Auflösungen gefügt und die Flüssigkeit mit Salpetersäure etwas übersättiget. Bei dem Zusatz von Salpetersäure fällte sich ein dunkel schwarzer Niederschlag, und es entwickelte sich ein starker Geruch

nach Osmium. Die Flüssigkeit wurde jetzt in eine Retorte gebracht und einer Destillation unterworfen. Der Zweck dieser Operation war, das Osmium zu gewinnen. Als das Volumen der Flüssigkeit durch Destillation ungefähr bis auf die Hälfte sich verringert hatte, wurde die Destillation unterbrochen. Die Flüssigkeit wurde der Erkaltung und der Ruhe überlassen, um zu sehen, ob vielleicht ein Bestandtheil durch Krystallisation erhalten werden könnte. Als ich nach 24 Stunden die Flüssigkeit besichtigte, fand ich in derselben lange prismatische Krystalle von weifser, etwas röthlicher Farbe angeschossen, welche sich durch ihren auffallenden Glanz ganz besonders auszeichneten. Die Flüssigkeit wurde aus den Retorten gegossen und mit Wasser verdünnt. Die Krystalle lösten sich vollkommen darin auf. Die Auflösung wurde in eine Schale gegossen, und durch Erwärmen und nachheriges Erkalten die Krystalle erhalten. Es wurden hiemit folgende Versuche angestellt:

1) In die Flamme des Löthrohrs auf Kohle gebracht, sublimirte sich sogleich ein Theil, während ein anderer zu einer metallischen Kugel sich reducirte.

2) In Wasser lösten sich die Krystalle auf. Der Auflösung wurde etwas Salzsäure zugesetzt und in dieselbe ein Zinkstängelchen gestellt. Es umzog sich diefs bald mit einer dunkelgrauen Haut von reducirtem Metall.

3) In einer an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre einige der Krystalle erhitzt, sublimirten sich diese in kleinen glänzenden Nadeln, ohne Rückstand zu lassen.

Die geringe Menge der Krystalle, welche ich erhalten hatte, sie mochten ungefähr sämmtlich ein Gewicht von 4 Decigrm. haben, veranlafsten mich, meine Versuche hierüber zu unterbrechen. Es entstand die Frage, welchem Metall diefs Oxyd zukomme? Dafs es nicht Osmiumoxyd seyn könne, ergab sich daraus, dafs es erhitzt keinen Geruch wahrnehmen liefs, und nicht, wie das Osmiumoxyd, als Flüssigkeit überdestillirte, sondern

sich in Nadeln sublimirte. Dafs es ferner nicht Wismuthoxyd, Telluroxyd oder Antimonoxyd seyn könne, zeigte die Auflöslichkeit desselben in Wasser, da Telluroxyd und Wismuthoxyd in Wasser gar nicht, Antimonoxyd aber äufserst wenig darin auflöslich ist. Hienach mufste ich glauben, dafs diese Krystalle das Oxyd eines neuen Metalles seyen. Ich mochte bei Anstellung dieser Versuche ungefähr 1 Decigrm. verbraucht haben, die übrigen 3 Decigrm. glaubte ich nicht besser anwenden zu können, als wenn ich sie dem grofsen schwedischen Naturforscher, dem Prof. Hrn. Berzelius, sendete. Ich hatte die Freude zu erfahren, dafs auch er es nur für ein neues Metall erklären könne. Er schrieb mir:

Stockholm d. 10. April 1828.

»Soviel ich daraus ersehen kann, haben Sie darin wirklich einen neuen Stoff gefunden. Denn ich kann aus den kleinen sublimirbaren Krystallen nichts Bekanntes bekommen. Sie schienen mir anfangs Tellur oder Antimonoxyd seyn zu können, sie lösen sich aber nicht oder höchst unbedeutend in Schwefelwasserstoff-Schwefelammoniak auf, wovon sie in ein graues Schwefelmetall verwandelt werden. Dieses läfst sich leicht schmelzen, ist dann durchscheinend und gelbroth, wird aber nach dem Erkalten wiederum grauglänzend und undurchsichtig. Es röstet sich leicht, und das daraus hervorgebrachte Oxyd sublimirt sich leicht bei einer Hitze, die kaum roth ist. Diese leichte Sublimation so wie das Verhalten des Schwefelmetalls, zeigen zur Genüge, dafs es kein Wismuth ist.»

Diese wichtige Entdeckung, welche durch Berzelius's Versuche bestätigt worden war, erregte meine ganze Aufmerksamkeit, und ich hatte nichts Eiligeres zu thun, als mir eine gröfsere Menge dieses Metalls zu verschaffen, um die Eigenschaften dieses Metalls kennen zu

lernen. Ich liefs mir daher von derselben Sorte Platin aus St. Petersburg kommen, löste davon 100 Grm. in Salpeter-Salzsäure auf, und behandelte den unaufgelöst gebliebenen Rückstand wie früher. Ich konnte jedoch, nachdem die Flüssigkeit in einer Retorte ungefähr bis auf dasselbe Volumen, wie früher, durch Destillation vermindert worden war, nach Verlauf von 24 Stunden keine Krystalle der erwähnten Substanz wahrnehmen. Die Flüssigkeit wurde aus der Retorte in eine Schale gegossen, und durch wiederholtes Erwärmen und Erkaltenlassen zur Krystallisation gebracht. Unter den angeschossenen Krystallen, welche meistens Salpeter waren, konnte ich nur einige kleine Krystalle entdecken, welche das Aussehen und den Glanz der vorher beschriebenen zeigten. Es war jedoch davon eine so geringe Menge, dafs keine Versuche damit angestellt werden konnten, und sie nur für eine Spur anzusehen war.

Da das Oxyd dieses Metalls flüchtig ist, obwohl nicht in dem Grade, wie Osmiumoxyd, so konnte es in dem Destillate enthalten seyn. Die in der Vorlage befindliche Flüssigkeit wurde daher in einen Glascylinder gegossen. Sie reagirte sauer und hatte einen starken Geruch nach Osmium. Sie wurde mit Natron gesättiget, und hierauf etwas Galläpfeltinctur hinzugegossen. Die Flüssigkeit nahm sogleich eine dunkelblaue Farbe an, welche von gallussaurem Osmiumoxyd herrührte. Sie wurde hierauf mit einer Auflösung von Kochsalz versetzt, wodurch sich allmählig das gallussaure Osmiumoxyd fällte. Der erhaltene Niederschlag wurde abfiltrirt und das Filtrat mit hydrothionsaurem Schwefelammoniak versetzt Es fällten sich einige graue Flocken, welche gesammelt, getrocknet und geprüft die Verbindung dieses Metalls mit Schwefel zu seyn schien.

Dafs ich bei der letzten Untersuchung nur Spuren dieses Metalls auffinden konnte, kann nur daher rühren, dafs die zuerst untersuchten Platinkörner mehr Körner

von diesem Metall oder von Legirungen dieses Metalls mit andern beigemengt enthielten, als die später untersuchten.

Das Gerücht von Auffindung eines neuen Metalls veranlaſste Vorschläge zur Benennung desselben, unter welchen der, es Ruthenium zu nennen, gewiſs der passendste ist. Ich bin jedoch der Meinung, ein anderes Metall, welches ich bei der Analyse des in Salpeter-Salzsäure unauflöslichen Rückstands beschreiben werde, und das sich in gröſserer Menge vorfindet, also zu nennen, und diesem Metall den Namen Pluran zu geben. Dieses Wort ist zusammengesetzt aus den Anfangsbuchstaben des Platins und des Urals.

Fortsetzung der Analyse des Platins vom Ural *).

Nachträglich zur Auslesung der Platinakörner, bemerke ich, daſs der Magnet, mit welchem die retractorischen Körner ausgezogen worden waren, eine Stärke hatte, welche durch ein Gewicht, welches 3½ Pfund russisch betrug, gemessen wurde.

Die salpetersalzsauren Auflösungen, welche bei dem letzten Versuche erhalten worden waren, wurden in Retorten gebracht und diesen Vorlagen vorgegeben. Die Flüssigkeiten wurden bis zur Trockne abdestillirt, auf die trocknen Massen Wasser gegossen, diese aufgeweicht und von Neuem destillirt. Dieſs Verfahren wurde so lange fortgesetzt, bis das Uebergehende nicht mehr sauer reagirte. Das Destillat sey *A*.

Die Auflösungen wurden nun in Cylinder gegossen, und die, welche von den abgewogenen Platinmengen No. I., No. II., No. IV., No. V. erhalten worden waren, mit Cyanquecksilber gefällt. Es fällten sich in sämmtlichen Auflösungen sogleich Cyanpalladium, welches abfil-

*) Man sehe diese Ann. Bd. 87. St. 2. S. 311. J. 1827.

trirt, getrocknet, durch Hitze zersetzt und gewogen, folgendes Resultat gab:

Angewendetes	Platin.	Erhaltenes Palladium.	In Procenten.
No. I.	217,535	1,996	0.917
No. II.	193,662	1,938	1,000
No. IV.	236,071	1,439	0,609
No. V.	216,035	4,026	1,863

Bei meiner ersten Analyse dieser Sorte Platin (man sehe diese in *B.* dieser Annalen nach) erhielt ich bei Anwendung von 1,2060 Platina 1,6 Proc. Palladium, und bei Anwendung von 1,3115 Grm. 1,5 Proc. Palladium, und bei einer später mitzutheilenden, bei welcher 1,767 Grm. verwendet wurden, 1,3 Proc. Ich erkannte hieraus, dafs die Analyse mit kleineren Mengen angestellt genauere quantitative Resultate gebe. Ich nahm mir daher vor, eine jener erhaltenen salpetersalzsauren Auflösungen nur qualitativ zu untersuchen. Es wurde hiezu die Auflösung verwendet, welche mit No. IV. bezeichnet worden war.

Die Flüssigkeit, von welcher das Cyanpalladium abfiltrirt worden war, wurde mit kohlensaurem Natron gesättiget. Ich beabsichtigte hiemit, das Eisen-, Kupfer- und Quecksilberoxyd, welche die Flüssigkeit nach den Resultaten meiner ersten Analyse enthalten mufste, von dem Platin, Rhodium und Iridium (?), welche Metalle mit Natron und Salzsäure auflösliche Verbindungen geben, zu trennen. Ich erhielt, nachdem die Flüssigkeit völlig gesättiget war, einen rothbraunen Niederschlag. Er wurde von der Flüssigkeit abfiltrirt. Wir bezeichnen diese Flüssigkeit mit *B.* Der Niederschlag vom Filter abgenommen und getrocknet, wurde in eine Retorte gebracht, derselben eine Vorlage vorgegeben und über Kohlenfeuer erhitzt. Es sublimirte sich ein weifser, glänzender, aus kleinen Krystallen bestehender Sublimat, und zugleich ging eine geringe Menge einer ungefärbten Flüssigkeit in die Vorlage über. Dieselbe verbreitete einen

starken Geruch nach Chlor. Mit Ammoniak gesättiget, fällten sich einige rothe Flocken, welche abfiltrirt und geprüft sich als Eisenoxyd zu erkennen gaben.

Der Sublimat, welcher sich im Hals der Retorte befand, wurde herausgenommen und mit Soda zusammengerieben. Die Masse wurde sogleich roth, diese Färbung deutete an, dafs der Sublimat Chlorquecksilber gewesen seyn konnte. Um hierüber Gewifsheit zu erlangen, wurde die Masse in eine weite, an einem Ende zugeschmolzene Glasröhre gebracht und erhitzt. Es bildete sich ein metallischer Sublimat, welcher aus kleinen Quecksilberkügelchen bestand, die bei dem Herausnehmen aus der Röhre sich zu gröfseren Quecksilberkügelchen vereinigten. Das was sich nicht sublimirt hatte, wurde in Wasser aufgelöst und die überschüssige Soda mit Salzsäure gesättiget. Durch die Auflösung wurde nun Hydrothionsäure geleitet. Es bildete sich eine geringe Menge eines schwarzen Niederschlags, welcher sich als Schwefelquecksilber zu erkennen gab. Die Flüssigkeit hievon abfiltrirt und zur Trockne abgedampft, hinterliefs nur Chlornatrium.

Die in der Retorte zurückgebliebene Masse wurde mit Salpeter-Salzsäure digerirt. Sie löste sich vollständig darin auf. Nachdem die überschüssige Säure durch Abdampfen entfernt worden war, wurde die Auflösung mit Ammoniak im Ueberschufs versetzt. Es fällte sich ein beträchtlicher Niederschlag von rothbrauner Farbe. Derselbe wurde abfiltrirt und mit kochendem Wasser ausgewaschen. Der auf dem Filter sich befindende Niederschlag gab sich nach den bekannten Reactionen als Eisenoxyd zu erkennen. Das Filtrat mit hydrothionsaurem Schwefelammoniak versetzt, fällte sich in dunkelbraunen Flokken, welche sich bei der damit angestellten Prüfung als Zweifach-Schwefelkupfer ergaben.

Es wurde jetzt die Flüssigkeit *B*. der Untersuchung unterworfen. Dieselbe wurde zur Trockne abgedampft, die erhaltene trockne Salzmasse in Porcellantiegel gethan,

zwischen Kohlenfeuer gebracht und der Weifsglühhitze ausgesetzt. Nachdem sie zwei Stunden lang in dieser Temperatur erhalten worden war, wurden die Tiegel aus dem Feuer herausgenommen. Es fanden sich in ihnen braune geschmolzene Massen, in welchen eine beträchtliche Menge reducirtes Metall erkannt wurde. Die Massen wurden in kochendem Wasser aufgelöst, und das ausgeschiedene Metall durch Filtration von der Flüssigkeit getrennt. Die Filtrate wurden von Neuem abgedampft, hierauf die trocknen Salzmassen geschmolzen und wie früher verfahren. Es hatte sich wieder eine beträchtliche Menge reducirtes Metall ausgeschieden. Die erhaltenen Massen wurden wiederum in kochendem Wasser aufgelöst und das angeführte Verfahren wiederholt. Hiemit wurde so lange fortgefahren, bis die metallischen Theile sämmtlich reducirt worden waren. Das ausgeschiedene Metall löste sich bis auf eine äufserst geringe Menge eines schwarzen unauflöslichen Pulvers, welches als Rhodium anzunehmen ist, in Salpeter-Salzsäure auf. Die Auflösung mit Salmiak versetzt, fällte sich sogleich als Chlorplatin-Ammonium. Es war also Platin.

Das Destillat (*A.*), welches stark nach Osmium roch, und eine bedeutende Menge Salpeter-Salzsäure enthielt, wurde mit kohlensaurem Natron gesättiget. Es fällte sich eine geringe Menge eines schwarzen Niederschlags. Derselbe gesammelt, getrocknet und in einer Glasröhre erhitzt, entwickelte einen starken Geruch nach Osmium. Es setzten sich auch in der Röhre Streifen einer ölartigen Flüssigkeit an, welche bei dem Erkälten der Röhre zu einer weifsen Substanz sich verdichteten. Es ist hienach keinem Zweifel unterworfen, dafs diese Substanz Osmiumoxyd war. Bei dieser Sublimation war eine geringe Menge einer metallischen Substanz zurückgeblieben, welche ganz wie reducirtes Platin aussah, und von welcher ich glaube, dafs sie als solches anzunehmen sey.

Es waren nun noch die salzsauren Flüssigkeiten zu

rsuchen, welche bei der Behandlung der sieben Poren Platin mit Salzsäure erhalten worden waren. Sie den in Retorten gebracht und der Destillation unterfen. Nachdem die Flüssigkeiten zur Trockne abdert worden waren, wurden die Vorlagen abgenommen die Destillation zusammengegossen. Die Destillate ıen stark nach Salzsäure. Mit Natron gesättiget bliesie klar. Es wurde hierauf hydrothionsaures Schwenmoniak zugesetzt, um zu sehen, ob die Flüssigkeimetallische Theile aufgelöst enthielten. Es fand keine bung statt. Man kann hienach nicht zweifeln, dafs Destillate blofs Wasser und Salzsäure waren.

Die in den Retorten befindlichen Rückstände wurmit Wasser aufgeweicht, und sämmtliche Flüssigkeiin einen Cylinder gegossen. Die Flüssigkeiten sahen ın aus; auf dem Boden des Cylinders hatte sich ein ses Pulver abgesetzt. Es wurde abfiltrirt, und naches mit kaltem Wasser völlig ausgewaschen war, vom ər abgenommen und getrocknet.

Vor dem Löthrohr ergaben sich folgende Reactionen.

Borax in der äufseren Flamme

es	eine klare farblose Perle;
er inneren wurde sie . .	amethystfarben, zuletzt bläulich und bei fortgesetzten Blasen zeigte sich an einer Stelle ein schwarzer Ueberzug.
Phosphorsalz gab es sowohl in äufseren als inneren Flamme	eine klare Perle, in welcher deutlich Spuren von Kieselerde wahrgenommen werden konnten. Durch einen geringen Zusatz von Zinn konnte in der Reductionsflamme keine Färbung hervorgebracht werden.
Soda in der äufseren Flamme	schmolz es zusammen, eine Perle gebend, welche, so lange sie heifs war, klar erschien, und beim Erkalten weifs und undurchsichtig wurde.

Bis auf das Verhalten der Phosphorperle im Reductionsfeuer, stimmen diese Reactionen vollkommen mit den des Titanoxyds überein. Da sich jedoch etwas Kieselerde vorgefunden hatte, so konnte hiedurch die Reaction, welche die Phosphorperle im Reductionsfeuer hätte geben sollen, welche bekanntlich in einer theilweisen Reduction des Titanoxyds herrührt, verhindert worden seyn. Um jedoch über diesen Gegenstand noch mehr Gewifsheit zu erlangen, wurde eine kleine Menge dieser Substanz im ausgetrockneten Zustand in eine hohle Glaskugel gebracht, und, nachdem diese erhitzt war, Wasserstoffgas darüber geleitet.

Die Substanz verlor bei anhaltend reducirender Einwirkung des Wasserstoffgases allmählig die weifse Farbe, und wurde bläulich. Das Hinwegleiten des Wasserstoffgases wurde unter Erwärmung der Substanz fortgesetzt, es konnte jedoch keine weitere Veränderung derselben wahrgenommen werden.

Diefs Verhalten stimmt vollkommen überein mit dem des Titanoxyds, ich glaube daher mit Gewifsheit annehmen zu können, dafs in Rede stehende Substanz Titanoxyd ist.

Die hievon durch Filtriren getrennte Flüssigkeit wurde mit Salpetersäure versetzt, um das darin enthaltene Eisen völlig zu oxydiren, und die Flüssigkeit zur Entfernung der überschüssigen Säure abgedampft. Die zurückgebliebene Salzmasse wurde in Wasser aufgelöst. Es blieb ein weifses Pulver zurück, welches geprüft sich ebenfalls als Titanoxyd ergab. Die hievon abfiltrirte Flüssigkeit wurde mit Ammoniak im Ueberschufs versetzt. Es fällte sich ein braunrother Niederschlag, und die überstehende Flüssigkeit erschien bläulich gefärbt. Der Niederschlag wurde abfiltrirt, getrocknet und geprüft. Er ergab sich als Eisenoxyd. Das bläulich gefärbte Filtrat mit hydrothionsaurem Schwefelammoniak versetzt, fällte sich in dunkelbraunen Flocken, welche sich bei näherer

Untersuchung als Zweifach-Schwefelkupfer ergaben. Diese qualitative Untersuchung des Platins in gröfserer Menge als früher angestellt, hat also, bis auf den Titangehalt, dasselbe Resultat gegeben, welches ich bei meiner ersten Analyse erhielt.

(Die Fortsetzung dieser Untersuchung, die Analyse des in Salpeter-Salzsäure unaufgelöst gebliebenen Rückstands enthaltend, so wie ein Nachtrag zu meiner ersten Analyse, in welcher meine erste Angabe über den Eisen- und Rhodiumgehalt berichtiget wird, folgt im nächsten Heft dieser Annalen.)

IX. *Ueber die Zersetzung mehrerer Chlormetalle durch ölbildendes Gas.*

Wenn man trocknes ölbildendes Gas in Antimonsuperchlorid leitet, so wird es davon in Menge absorbirt, während sich die Flüssigkeit stark erhitzt und braun färbt. Beim Erkalten setzen sich daraus viele klare Krystalle ab, welche Antimonchlorid sind. Die Flüssigkeit hat dabei fast ganz die Eigenschaft, an der Luft zu rauchen, verloren, und riecht nun stark nach Chloräther. Wenn man sie destillirt, so geht eine Flüssigkeit über, die sich in zwei Schichten trennt, von denen die unterste Chloräther ist, und die obere eine Auflösung von Antimonchlorid in Chloräther. Durch Behandeln dieses Destillats mit Salzsäure, und nachher mit Wasser, bekommt man den Chloräther rein. In der Retorte bleibt festes, durch Kohle geschwärztes Antimonchlorid zurück.

Ganz ähnlich verhält sich das rothe, flüssige Chromsuperchlorid. Leitet man getrocknetes ölbildendes Gas hinein, so entwickelt sich viel Wärme, die Flüssigkeit wird ganz undurchsichtig, breiartig, zuletzt fest, pulverförmig, und gewöhnlich ist es der Fall, dafs sich beim

Zutritt der Luft das Gas durch die entwickelte Wärme mit Flamme entzündet, und die ganze dabei glühend werdende Masse sich unter Ausstofsung eines dicken Dampfs in grünes Chromoxydul verwandelt. Fand keine Entzündung statt, so findet man das Superchlorid in eine dunkelbraune, feste Masse umgewandelt, die an der Luft sehr schnell zu einem grünlichbraunen Liquidum zerfliefst, und aus dieser Auflösung schlägt Ammoniak eine grünlichbraune Substanz nieder, während zugleich chromsaures Ammoniak aufgelöst bleibt. Jene Masse scheint Chromchlorid, das heifst ein dem seither angenommenen braunen Chromoxyd proportionales Chlorchrom zu seyn, denn das Chlorür ist pfirsichblüthroth und flüchtig, und seine Existenz würde vielleicht auch für die Annahme sprechen, dafs jenes braune Oxyd, welches Hr. Maus in Folge seiner Versuche für chromsaures Chromoxydul halten zu müssen glaubt, in der That eine eigenthümliche Oxydationsstufe ist. — Der bei dieser Reduction gebildete Chloräther wird durch die starke Wärme mit dem überschüssigen Gas und dem unzersetzt sich damit verflüchtigenden Superchlorid weggeführt. Mit absolutem Alkohol zersetzt sich das Chromsuperchlorid so heftig, dafs dabei gewöhnlich Entzündung statt findet; es entsteht eine grüne Auflösung von Chromchlorür und schwerer Salzäther *).

Schmilzt man Kupferchlorid in einem Strom von ölbildendem Gas, so entwickeln sich aus der Masse grofse

*) Ich kann bei dieser Gelegenheit bemerken, dafs es nur eine Conjectur des gelehrten Herausgebers vom Jahrbuch für Chemie und Physik ist, wenn er (Bd. 51. p. 375.) sagt, ich habe die Erfahrung von Maus, dafs das chromsaure Ammoniak durch Glühen in Chromoxydul verwandelt werde, zu der von mir angegebenen Bereitungs-Methode dieses Oxyds benutzt. Es wäre eine Art von Unredlichkeit von mir gewesen, diefs zu verschweigen; aber diese Methode ist ja nur eine Anwendung von der, welche ich schon vor langer Zeit zur Darstellung des Wolframoxyds benutzt und bekannt gemacht habe.

lasen, die sich beim Zerplatzen mit lebhafter purpurroer Flamme entzünden. Es setzt sich hiebei viel Kohle), und sowohl der gebildete Chloräther, als auch ölbilendes Gas werden zersetzt, es bildet sich ein gelbliches, em Terpenthincampher ähnlich riechendes Oel in geiger Menge und salzsaures Gas. Das Chlorid findet man ichher zu Chlorür und metallischem Kupfer reducirt.

Zinnchlorid (*Spir. Libavii*), Chlorschwefel und roes Quecksilberjodid werden vom ölbildenden Gas nicht ersetzt oder zu den niedrigeren Stufen zurückgeführt.

Es wäre sehr interessant, zu erfahren, ob sich die iperfluoride auf eine analoge Weise mit dem ölbildenen Gase zersetzten, wie die erwähnten Superchloride; müfste dann ein Fluoräther entstehen. Aber die Schwiegkeit wegen der Gefäfse macht diese Versuche nicht so icht ausführbar. — Wenn man das gasförmige Chromperfluorid in absoluten Alkohol leitet, so wird es daon unter starker Erhitzung verschluckt, und gewöhnlich itzünden sich die eintretenden Blasen mit weifser Flamme. abei setzt sich eine Menge eines braungrünen Pulvers), und die Flüssigkeit nimmt sehr deutlich einen, dem hweren Salzäther ähnlichen Geruch an. Aber durch ermischen mit Wasser läfst sich daraus, selbst wenn sie uchend geworden ist, kein Aether abscheiden.

Wöhler.

K. *Ueber den Pyrophor; von Herrn Gay-Lussac.*

(*Ann. de chim. et de phys. XXXVII. p.* 415.)

Da mir die Ursachen der Entzündung des Pyrophors icht hinlänglich erwiesen schienen, so habe ich die nachehenden Versuche angestellt.

Statt, wie gewöhnlich, Honig oder Mehl zur Berei-

tung des Pyrophors zu nehmen, habe ich geglühten Kienrufs angewandt, nachdem ich mich überzeugt hatte, dafs man mit diesem ein gutes Resultat bekomme.

Ein Gemenge von geglühtem Kali-Alaun und Kienrufs, gab mir, beim Erhitzen in einer irdenen Retorte, die mit einem in Quecksilber getauchten Rohre versehn war, anfangs Kohlensäure und schweflige Säure, nahe zu gleichen Raumtheilen, alsdann reine Kohlensäure, und hierauf dieselbe gemischt mit Kohlenoxydgas, welches zuletzt vorwaltete. Ich bemerkte Spuren von Schwefelwasserstoffgas und Schwefel, nebst einer geringen Menge eines Sublimats von schwefligsaurem Ammoniak, welches nur von einem geringen Ammoniakgehalte des Alauns herrühren konnte. Der vollkommen erkaltete Rückstand entzündete sich, unter Ausstofsung eines erstickenden Geruchs von schwefliger Säure, wie der beste Pyrophor, und brannte selbst mit einer schwachen blauen Flamme.

Die Entwicklung von schwefliger Säure zeigt offenbar, dafs sich bei der Bereitung dieses Pyrophors ein höheres Schwefelkalium, d. h. ein Schwefelkalium mit mehreren Atomen Schwefel, bildet; denn das Einfach-Schwefelkalium würde sich beim Verbrennen, ohne Entwicklung von schwefliger Säure, in schwefelsaures Kali verwandeln.

Der überschüssige Schwefel rührt unstreitig von der Schwefelsäure der schwefelsauren Thonerde her, und nur von den letzten Antheilen. Die ersten Portionen zersetzen sich nämlich früher, als das schwefelsaure Kali, und die Volumengleichheit zwischen der Kohlensäure und der schwefligen Säure beweist, dafs deren Schwefel sämmtlich in dem sich entwickelnden Gase enthalten ist.

Eben so ist es gewifs, dafs kein freies Kalium in dem Pyrophor vorhanden ist. Um sich davon zu überzeugen, braucht man den Pyrophor nur mit Wasser in Berührung zu bringen; man bemerkt dabei keine Wasserstoffentwicklung. Da aber der Pyrophor, nach seiner

gewöhnlichen Bereitung, mehrere verschiedenartige Substanzen enthält, so ist es nöthig, dafs man untersuche, welche von diesen am meisten zu seiner Entzündung beitrage.

Die Kohle ist nicht unumgänglich zur Entzündung des Pyrophors. Ich habe nämlich ein Gemenge von 75 Grm. Alaun und 3,33 Grm. Kienrufs, oder von 1 At. des ersteren nur 3,5 At. des letzteren, in einer bis zur Weifsgluth steigenden Rothglühhitze geglüht und dadurch eine rothbraune Masse erhalten, in welcher man keine Spur von Kohle erkennen konnte, die sich aber dennoch sehr wohl an der Luft entzündete, unter Zurücklassung eines weifsgrauen Rückstandes.

Eben so wenig ist die Thonerde wesentlich zur Entzündung des Pyrophors. Denn als ich ein Atom schwefelsaures Kali zur Ersetzung der schwefelsauren Thonerde des Alauns mit drei Atomen schwefelsaurer Magnesia mengte, und das Gemenge wie das frühere glühte, erhielt ich einen sehr guten Pyrophor.

Ein Schwefelkalium mit einem oder mehreren Atomen Schwefel, oder selbst ein Oxysulfuret, entzündet sich in Masse, nicht an der Luft. Die Magnesia oder Thonerde scheinen mir durch ihre Gegenwart keine andere Wirkung zu haben, als dafs sie das Schwefelkalium zertheilen, und deshalb hielt ich es für wahrscheinlich, dafs man diese beiden Erden durch Kohle ersetzen könnte. Ich machte deshalb ein Gemenge von 27,3 Grm. oder 1 At. schwefelsaurem Kali mit 7,5 Grm. oder 4 At. Kohle, erhielt aber nur ein zusammengebacknes Schwefelkalium, welches sich nicht an der Luft entzündete.

Ich verdoppelte nun diefs Verhältnifs der Kohle, und erhielt jetzt nach dem Glühen einen Rückstand, der ganz pulverförmig war und eine überraschende Entzündlichkeit besafs. Als ich ihn aus der Retorte, in der er geglüht worden, in eine Glasflasche schüttete, entzündete er sich augenblicklich, und nicht ohne Gefahr für mich;

denn das kleinste Bröckchen, welches durch die Luft fiel, entzündete sich sogleich und brannte mit dem lebhaftesten Glanz. Welcher Natur ist dieses sonderbare Product?

Es gab beim Verbrennen keine schweflige Säure, wie der gewöhnliche Pyrophor, und diefs mufste auch so seyn, weil das Kali nur gerade so viel Schwefel enthielt, um sich in neutrales schwefelsaures Kali zu verwandeln. Indefs ist das Kalium nicht darin im Zustand des Einfach-Schwefelkaliums vorhanden, denn die Lösung der pyrophorischen Substanz in Wasser giebt mit Säuren Schwefelwasserstoffgas und einen Niederschlag von Schwefel. Es hat sich also ein höheres Schwefelkalium gebildet, und folglich ist ein Theil des Kaliums nicht mit Schwefel verbunden. Aber dennoch ist dieses Kalium nicht frei zugegen, denn die pyrophorische Substanz entwickelt kein Wasserstoffgas mit Wasser; es mufs also mit Sauerstoff verbunden seyn.

Jene Substanz erfordert übrigens nicht, wie der gewöhnliche Pyrophor, eine feuchte Luft zu seiner Entzündung; in ganz trockne Luft geschüttet, fängt sie augenblicklich Feuer. Endlich scheint mir auch die Kohle keine Verbindung mit dem Schwefel oder dem Kalium eingegangen zu seyn. Die wäfsrige Lösung der pyrophorischen Substanz unterscheidet sich nicht von der eines ohne Kohle bereiteten Schwefelkaliums, und der Kienrufs fällt im Gefäfse sehr schnell zu Boden, ohne die Zartheit zu haben, welche das Kennzeichen einer vorherigen Verbindung ist.

Schwefelsaures Natron, in gleichen Verhältnissen wie zuvor das schwefelsaure Kali mit Kienrufs erhitzt, gab mir eine pyrophorische Substanz von nahe gleicher Entzündlichkeit mit der früheren. Aber schwefelsaurer Baryt, auf gleiche Weise behandelt, lieferte nichts Aehnliches.

Der neue Pyrophor, mit dem gewöhnlichen verglichen,

chen, scheint mir seine grofse Endzündlichkeit von mehreren Ursachen erhalten zu haben, nämlich: von seiner grofsen Zertheilung, von der Abwesenheit einer unwirksamen erdigen Substanz, und ohne Zweifel auch von einer geringeren Menge von Schwefel.

Die Entzündung des gewöhnlichen Pyrophors, so wie des mit schwefelsaurem Kali und Kienrufs erhaltenen, hängt wesentlich von der grofsen Brennbarkeit des Schwefelkaliums, und von dessen Wirkung auf Luft und Wasser ab. Die Thonerde, Magnesia oder Kohle scheinen keine andere Wirkung zu haben, als dafs sie die brennbare Substanz zertheilen *); da aber die Kohle selbst

*) Die Bedingungen sind also hier dieselben, wie es Hr. Dr. Magnus bei den von ihm dargestellten Pyrophoren (dies. Annalen, Bd. 79. S. 81.) aus einander gesetzt hat, nur dafs in diesen das Brennbare aus fein zertheiltem Eisen, Kobalt oder Nickel besteht. Aehnliche Umstände scheinen auch die Selbstentzündlichkeit der Uran-Metalle (dies. Ann. Bd. 77. S. 258. 267.) zu bedingen, ferner die des aus Realgar durch Kali abzuscheidenden Schwefelarseniks (dies. Ann. Bd. 83. S. 155.), so wie die des feingepulverten Fliegenkobalts, die, wenn gleich allgemein nicht so unbekannt (sie findet sich schon im Trommsdorff'schen Journal v. 1794, Th. II. S. 179., beschrieben), wie sie Hrn. Boullay (*Journ. de pharm.* 1827, *p.* 433.) gewesen zu seyn scheint, doch schon der Vorsicht wegen, die sie erheischt, von Interesse seyn mufs. — Es verdient auch wohl in Erinnerung gebracht zu werden, dafs in gewissen Pyrophoren die eigentlich brennbare Substanz ihre erhöhte Entzündlichkeit der Berührung mit einem andern sehr elektronegativen Körper zu verdanken scheint, auf ähnliche Art, wie das Wasserstoffgas, nach den Versuchen von Erman und Döbereiner, durch Berührung mit Platin so sehr an Entzündlichkeit gewinnt. Von der Art sind mehrere von Wöhler (Berzelius Jahresbericht, No. 4. S. 70.) dargestellten Pyrophore, z. B. der aus *Platin* und *Kohle*, welchen man erhält, wenn Platin-Salmiak mit Korkspänen geglüht, oder Platinlösung mit Weinsteinsäure gekocht wird, ferner der aus *Antimon* und *Kohle*, welchen man durch Zersetzung des weinsteinsauren Antimon-Ammoniak bekommt, und der aus *Kupfer* und *Kohle*, der beim Glühen eines Gemenges von Korkkohle und Grünspan in Wasserstoffgas zurückbleibt; auch könnte man

brennbar ist, so bleibt sie bei dieser Erscheinung keinesweges unthätig, wie die beiden andern Substanzen, vielmehr unterhält sie das Brennen, nachdem es angefangen hat.

Zum Schlusse bemerke ich noch, dafs ich mich nicht überzeugt habe, dafs die Brennbarkeit meiner Pyrophore durch eine sehr hohe Temperatur verändert sey. Ich gab die Hitze, die man mit einem gewöhnlichen Ofen von 17 Centimetern im Durchmesser, und einem daraufgesetzten Blechrohre von zuweilen 35 Centimetern erhalten kann; ich traf aber die Vorsicht, bei dem Erkalten des Pyrophors in der irdenen Retorte, worin geglüht worden war, allen Zutritt der Luft abzuhalten.

XI. *Neue Methode, Salzkrystalle aufzubewahren.*

In einer der Werner'schen Gesellschaft zu Edinburg gemachten Mittheilung sagt Hr. Deuchar, dafs man Krystalle von verwitternden oder zerfliefsenden Salzen vor ihrer Zerstörung schützen könne, wenn man die Luft des Gefäfses, in welchem dieselben enthalten sind, mit Terpenthinöldampf schwängere. Zu diesem Entzweck soll man nur ein wenig Oel auf den Boden des Gefäfses zu giefsen brauchen (*Edinb. new phil. Journ. T. IV.* p. 401.)

denjenigen hieher rechnen, welchen man durch Reduction eines zusammengefällten Gemenges von *Kupfer*- und *Blei*oxyd mittelst Wasserstoffgas bekommt. *P.*

XII. *Ueber den Zusammenhang der Hygrometeore mit den Veränderungen der Temperatur und des Barometers;*

vom Prof. H. W. Dove in Königsberg.

Es gilt für ein gewagtes Unternehmen, die wäfsrigen Meteore erläutern zu wollen, da Deluc sie aufgegeben hat, und Lichtenberg, der doch als ein geistreicher Mann bekannt ist, sich für ihn erklärt. Will man daher von dem Zusammenhang dieser Meteore mit andern atmosphärischen Erscheinungen reden, so ist es nothwendig, sich vorher über den Gesichtspunkt zu verständigen, von welchem aus man jene betrachtet, und so mögen einige Worte über die Regentheorie hier ihre Stelle finden. Bekanntlich verdanken wir Le Roy (*Mém. sur l'élévation et la suspension de l'eau dans l'air. Mém. de Par.* 1751) die ersten genaueren Bestimmungen über das Verhalten des Wasserdampfes in der Atmosphäre, deren weitere Ausbildung Deluc in seinen früheren Abhandlungen, und Saussnre in seiner classischen Hygrometrie übernahmen. Die Beobachtungen auf dem Buet veranlafsten Deluc seine früheren Ansichten aufzugeben, er fand mannigfachen Widerspruch, aber an Lichtenberg einen Vertheidiger. Vergleicht man nun Lichtenberg's Einwürfe (Gilb. Ann. B. 2. p. 121. gegen die Abhandlung von Maier (Gren's Journ. 5. p. 371.), den er selbst als den tüchtigsten seiner Gegner anerkennt, mit dieser, so ist der Vortheil unverkennbar auf Lichtenberg's Seite. Er verlangt nämlich, dafs man, ehe man von Niederschlag rede, die Auflösung erweisen müsse, dafs man zu sagen habe, was man darunter verstehe, ehe man die Erscheinungen daraus ableite, denn es solle nicht sinnreich geträumt werden, was seyn könne, sondern es

solle gefunden werden, was ist. Diese Forderungen waren gerecht, aber sie waren nicht erfüllt. Dalton's geistvollen Untersuchungen verdanken wir die Ergänzung dieser Lücke, und somit fallen Lichtenberg's Einwürfe hinweg, denn seinem Verlangen ist entsprochen worden. Daſs aber Deluc's Beobachtungen ganz isolirt stehen, dafür sprechen Saussure's mit einem bessern Instrument, als das träge Fischbeinhygrometer, angestellte Beobachtungen, der in seiner Hygrometrie ausdrücklich sagt, daſs das Hygrometer, wenn er sich einer Wolke genähert habe, der Feuchtigkeit continuirlich zugegangen sey (Hygr. §. 274. und das Beobachtungsjournal). Wie aber solche Beobachtungen, wie die von Deluc, unter bestimmten localen Bedingungen entstehen können, hat Leopold von Buch in seiner Abhandlung über den Hagel gezeigt.

Im Jahr 1788 stellte Hutton eine Regentheorie auf, die er damit beginnt, daſs er die 3 verschiedenen möglichen Arten des Verhaltens des Wasserdampfes zur Wärme untersucht. Unter diesen Hypothesen entspricht die, daſs bei Vermischung verschieden erwärmter, mit Feuchtigkeit gesättigter Luftmengen jedesmal ein Niederschlag geschehen müsse, den Erscheinungen am besten; er erklärt sich also für diese. Es war nun empirisch zu untersuchen, ob die Hypothese selbst richtig sey. Dieſs kann man vermittelst der Dalton'schen Versuche über die Elasticität des Wasserdampfes. Diese werden bekanntlich mit hinreichender Schärfe innerhalb der Temperaturgrenzen, die in der Meteorologie vorkommen, durch die von Laplace in der *Mécanique céleste* gegebene Formel dargestellt. Bezeichnen wir nun mit t, t' die Temperaturen zweier gleichen mit Feuchtigkeit gesättigten Luftmengen, wo t, t' vom Siedpunkt gezählt ist, so wird Hutton's Hypothese empirisch erwiesen seyn, wenn

$$\frac{1}{2}\left(e^{at-bt^2}+e^{at'-bt'^2}\right)>e^{a\left(\frac{t+t'}{2}\right)-b\left(\frac{t+t'}{2}\right)^2}$$

Dafs diefs aber innerhalb jener Grenzen allgemein stattfindet, kann man leicht zeigen, wenn man für *a*, *b* die aus den Dalton'schen Beobachtungen bestimmten Werthe setzt, wobei aber in dem Ausdruck $\frac{t+t'}{2}$ noch eine kleine Correction wegen der specifischen Wärme hinzuzufügen ist, deren quantitativer Werth sich aber aus den bisherigen Versuchen nicht genau bestimmen läfst. Da nun aber der Fall einer vollkommnen Sättigung nur selten vorkommt, so wird nur dann ein Niederschlag geschehn, wenn (mit $t t'$ die Temperaturen jener Luftmengen, mit d, d' ihre respectiven Condensationspunkte, beide vom Siedpunkt gezählt, bezeichnet)

$$\tfrac{1}{2}\left(e^{ad-bd^2}+e^{ad'-bd'^2}\right)>e^{a\left(\frac{t+t'}{2}\right)-b\left(\frac{t+t'}{2}\right)^2}$$

Die Hutton'sche Theorie ist also richtig für alle Niederschläge, die aus der Vermischung ungleich erwärmter Luftmengen entstehen. Dafs diese Bedingung bei der Vermischung der Winde erfüllt ist, zeigt die thermische Windrose. Für diese Niederschläge mufs also der Gang des Barometers und Thermometers sich einfach nachweisen lassen. Geschähen alle Niederschläge durch die Vermischung der Winde, so müfste für jeden einzelnen Fall das allgemein gefundene Gesetz sich bestätigen; gäbe es auch andere, so würde diefs nicht stattfinden. Sind aber die Niederschläge durch die Winde die häufigsten, so wird für das Mittel sich die gegenseitige Abhängigkeit der Barometerveränderungen und Hygrometeore bestimmen lassen müssen. Es ist also zunächst um eine Classification dieser zu thun.

Da ein Niederschlag geschehen mufs, wenn die Temperatur der Luft bis zum Condensationspunkt des in ihr enthaltenen Wasserdampfs erniedrigt wird, so ist ein Hygrometeor abgeleitet, wenn der Grund dieser Temperaturerniedrigung nachgewiesen ist. Man kann dann alle Hy-

grometeore unter 4 Classen bringen. Der Niederschlag geschieht nämlich:

1) An dem erkälteten Boden selbst, durch Ausstrahlung: Thau, Reif; durch eine vorhergegangene Kälteperiode: Glatteis.

2) Dadurch, dafs horizontal fortfliefsende Luft durch ein mechanisches Hindernifs gezwungen wird in eine höhere Gegend der Atmosphäre zu treten: stehende Wolken an Gebirgen, Pilatus, Freygangs Bericht vom Ararat in seiner Reise nach dem Caucasus, p. 232., Wolke am Tafelberge, Kranz Beschreibung eines Berges in Grönland, der wie der Zobten in Schlesien als Wetterprophet dient. Der 4200—4800 Par. Fufs hohe Tanargue, der wie eine lothrechte Mauer von W. nach O. sich erhebt, zeigt diefs vorzüglich. In Joyeuse 5000 Toisen südlich von ihm fielen 1811 64 Zoll Regen, indefs die Luft über Viviers, 8 französische Meilen östlicher, ungehindert im Rhonethale weiter nördlich fortziehen kann. In Viviers fielen in demselben Jahr nur 37 ½ Z. — Periodische Regen auf beiden Seiten des Gategebirges in Ostindien, in Arabien, auf Zeylon, St. Domingo etc. Das umgekehrte Phänomen, indem die kältere Luft vom höheren Ufer auf den erwärmten See abfliefst, als localer Nebel auf Flüssen und Seen. (Humphry Davy in *Phil. Trans.* 1819, und Harvey's Beobachtungen.)

3) Dadurch, dafs der Boden nach der Höhe als erkältend oder erwärmend wirkt.

a) In unmittelbarer Berührung mit dem Boden, wenn dieser als erkältend wirkt: der Stratus am Abend über der feuchten Wiese; als erwärmend: der Frostnebel über dem Polarmeer (*Scoresby Arct. Reg.* 1. *p.* 435.).

b) — Plötzliches Eindringen einer erwärmten Luft über einen kälteren Boden, z. B. die Niederschläge bei einem SW. Sturm, der rasch in immer höhere Brei-

ten dringt, die Schneefälle am Rande eines Eisfeldes und der kälteren Küste. —

c) Niederschläge durch Erniedrigung der Temperatur der ganzen über uns stehenden Luftsäule ohne Veränderung der Richtung des Windes. Beispiele in Saussure, Hygrom. §. 326., Regen aus blauem Himmel, feinster Nadelschnee bei sehr strenger Kälte. —

d) Alle Niederschläge durch einen aufsteigenden Luftstrom, nämlich der Cumulus, der sich über der Erde bildet; die einzelne Wolke über einer isolirten kleinen Insel; die täglichen Gewitter der Tropen und die einiger Schweizerthäler (Volta's Beschreibung); der Hagel, in sofern das Graupelkorn zum Hagelkorn wird; der steigende Morgennebel, der nach seinem Verschwinden wieder als leichte Bedeckung gegen Mittag hervortritt; alle Niederschläge, bei denen sich die Differenzen des Bodens geltend machen, die man in der Ebene Wetterscheiden nennt; endlich durch einen zufällig aufsteigenden Strom, das die Pinie eines Vulcans umgebende Gewitter (Beobachtungen auf Lancerote, der Hagel bei Eruptionen in Island, von Stephensen beschrieben).

4. Durch Vermischung der Winde: die meisten ornados (Schotte's Beschreibung vom Senegal im ötting. Magaz. 3. p. 6.), besonders auf der sogenann-n Regen- oder Donnersee nahe bei Guinea, jedes Ge-itter, das in Landregen übergeht, unsre meisten Gewit-r, Anfang und Ende des Landregens, Graupelschauer as sogenannte Aprilwetter, dauernder Schneefall, Cirrus, irrostratus.

Die letzteren Niederschläge sind die häufigsten. Erst enn die Winde schweigen, kommen die Differenzen im eitungs- und Ausstrahlungsvermögen des Bodens zu ihrem echt, und daher ist der Sommer, wo die Winde wegen er rings um den Beobachtungsort gleichförmiger vertheil-n Wärme nur schwach sind, die Zeit der mannigfal-

tigsten Wolkenbildung, und die einzeln schwimmenden Cumuli, entstehend und vergehend, je nachdem die Luft über Wald und Wiese, oder indem sie über eine wärmere Sandfläche strömt, sind dann im Allgemeinen ein auf dem Himmel projicirtes Bild des Bodens. Daher entstehen unter den Tropen jene täglich wiederkehrenden Gewitter, die so constant sind, dafs, wie Caldcleugh von Brasilien erzählt, die Visiten nicht wie bei uns nach dem gereichten Getränk unterschieden werden, sondern man einander vor und nach dem Gewitter einladet, nur dann, wenn die einander entgegen wehenden Passate zwischen sich jene ruhige Stelle erzeugen, die wir unter dem Winde nennen, und die, wie Humboldt gezeigt hat, genau der Sonne folgt. Daher finden wir bei uns nur Spuren jener Regelmäfsigkeit, und nur da, wo hohe Bergwände von allen Seiten den aufsteigenden Strom gegen Seitenströme schützen, z. B. am Comer See und Lago Maggiore; sie hören aber auf, wenn ein stärkerer Wind den aufsteigenden Strom aufhebt (so beobachtete Configliachi, dafs 14 Tage hinter einander Mittags im Thal Molina sich bildende Gewitter aufhörten, als ein stürmischer Wind von Intelvio her ein stärkeres Gewitter brachte). Daher hängen im Winter, wo die Temperaturdifferenzen der Winde entschieden überwiegend sind über die durch den Boden bedingten Unterschiede, die aufserdem häufig durch eine gleichförmige Schneedecke vollkommen verwischt sind, fast alle Niederschläge nur von der Vermischung der Winde ab, dauernde Trübung wechselt mit dauernder Helle, und der Uebergang ist nur durch langgezogene Cirri vermittelt, daher sah Scoresby im Eismeer nur Cirrus, Cirrostratus und Cirrocumulus, nicht den Cumulus (*Arct. Reg.* 1. *p.* 419.). Nur zwischen Küste und See findet noch ein Gegensatz statt, und die kreisförmig mit Schnee umgebenen Eisfelder verdanken diesen Gürtel dem Kampfe des Südwindes mit der eiskalten über ihnen stehenden Luft, die wie ein durchsichtiger Gletscher seinem Andrang oft

Stunden lang widersteht. Und alle diese so verschieden entstehenden Niederschläge soll das Barometer und Thermometer auf gleiche Weise angeben. Man kann diese Anforderung wohl unbillig nennen.

Abstrahiren wir von dem Einflufs der Vermischung des Wasserdampfes mit der Luft und dem seines Herausfallens auf das Barometer, der natürlich allen Niederschlägen gemein ist, so werden die Niederschläge der 3 ersten Classen mit den Veränderungen desselben in mittelbarem Zusammenhange stehn, die Niederschläge der vierten Classe in unmittelbarem.

1) Die Niederschläge durch Ausstrahlung am Boden selbst hängen bekanntlich von der Bedeckung des Himmels ab. Sie werden also am stärksten sich zeigen bei den Winden, welche eine dauernde Helle erzeugen und sich umgekehrt verhalten wie die Intensität derselben. Der Zusammenhang der Thaubildung mit hohem Barometerstand ist also ein zufälliges Zusammentreffen der Bedingungen, die beide Erscheinungen erzeugen. Direct sind sie von einander unabhängig.

2) Der Zusammenhang der Niederschläge am Gebirge mit dem Barometer hängt ab von der relativen Lage des Gebirges zum Beobachtungsorte. So erwartet man im sächsischen Erzgebirge, wenn bei hellem Wetter sich die Berge einziehen, Schnee und Regen (einen südlichen Wind), und man sagt dann: die Berge brauen, die böhmischen Nebel kommen. Göthe stellt zur Morphologie, 2. p. 62—75., den Satz auf: »bei hohem Quecksilber wirft sich die Feuchtigkeit an's Gebirg, bei niedrigem vom Gebirg in's Land.« Gründet sich dieser Satz auf Beobachtungen, so heifst er nichts anders als: ich habe mein Barometer an einem Ort beobachtet, der nördlich von einem Gebirge liegt.

3) Alle durch einen aufsteigenden Strom entstehende Niederschläge können nur geringen Einflufs auf das Barometer haben. Diefs zeigen die geringen Oscillationen des

Barometers unter den Tropen bei den wüthendsten Regengüssen, Caselli's Beobachtungen bei dem Ausbruch des Vesuvs 1794. Solche Niederschläge können auch bei hohem Barometer stattfinden, daher entspricht der Cumulus häufig demselben. Die durch Einströmen eines heftigen Windes entstehenden Niederschläge über einen erkälteten Boden, hängen ab von der Beschaffenheit desselben.

4) Die von der Veränderung der Windesrichtung abhängigen Niederschläge müssen in genauem Zusammenhange mit den Veränderungen der Temperatur und des Barometers stehen, und da sie die häufigsten sind, so werden die mittleren Veränderungen dieser Instrumente überhaupt den Hygrometeoren entsprechen.

Aus der Drehung von S. durch W. nach N. folgt (Fig. 8. Taf. IV.) *):

1) Dafs auf der Westseite der Windrose ein kälterer Wind auf einen wärmeren folgt, auf der Ostseite hingegen ein wärmerer auf einen kälteren. Der von den täglichen Variationen befreite Gang des Thermometers mufs also mit Westwinden ein Fallen der Wärme von Morgen bis Abend geben, mit Ostwinden hingegen ein Steigen derselben. Die Pariser Beobachtungen von 1816 bis 1820 geben für den mittleren Gang der Temperatur

9 U. M.	Mittag.	3 U. N.	9 U. Ab.
10,75	13,24	13,48	9,63

also als anzuwendende Correction

+0,77	—1,72	—1,96	+1,89.

Weil aber der tägliche Gang der Temperatur in den verschiedenen Jahreszeiten sehr verschieden ist, und diese Unterschiede auf die vom Mittag am weitesten abstehende Beobachtung den gröfsten Einflufs haben, so habe ich die von demselben gleich weit abstehenden Beobachtungen 9 Uhr Morgens und 3 Uhr Nachmittags mit einander verglichen. Der so corrigirte Gang der Wärme ergab für diese 5 Jahre:

*) Man vergleiche d. Ann. Bd. 87. S. 543.

Wind.	9 U. V.	Mittag.	3 U. N.	9 U. A.	U.9V–3U.
N.	10,83	10,82	10,88	11,21	—0,06
NNO.	7,86	7,62	8,08	8,14	—0,22
NO.	9,22	9,43	9,83	9,91	—0,71
ONO.	11,81	12,2	12,74	12,41	—0,93
O.	11,44	11,65	12,22	12,05	—0,79
OSO.	12,21	12,99	14,57	14,72	—2,36
SO.	9,81	10,75	11,18	10,95	—1,37
SSO.	9,63	9,95	11,52	10,41	—0,89
S.	12,16	12,44	11,80	12,21	+0,56
SSW.	11,23	11,22	11,08	11,31	+0,15
SW.	12,47	12,31	11,85	12,01	+0,62
WSW.	14,66	14,19	13,88	13,44	+0,78
W.	12,36	11,92	11,60	11,71	+0,76
WNW.	13,28	12,11	11,99	12,36	+1,29
NW.	11,84	11,60	11,71	11,58	+0,13
NNW.	11,63	11,96	11,13	12,07	+0,50

2) Auf der Westseite verdrängt der schwerere nördliche Wind den südlichen leichteren rascher, als auf der Ostseite dieser jenen. Diefs zeigt sich sowohl an der Drehung der Windfahne, als am Steigen des Barometers, denn bei den barometrischen Oscillationen ist in der Regel der steigende Theil der Curve steiler als der fallende. Durch das häufige Zurückspringen des Windes auf der Westseite und das damit verbundene Fallen des Barometers wird diefs aber für die mittlere Erhebung des Barometers bei Westwinden compensirt.

3) Auf der Westseite der Windrose ist die Elasticität des Wasserdampfes des folgenden Windes geringer, als die des vorangehenden; auf der Ostseite findet das umgekehrte Statt. Zugleich scheint auf der Westseite der Windrose der folgende Wind auch der relativ trocknere zu seyn, auf der Süd-Ostseite umgekehrt.

Das erste ergiebt sich aus den Daniell'schen Beobachtungen.

Da das Haarhygrometer vom Winter zum Sommer entschieden der Trockenheit zugeht, so scheint es nothwendig

aus den monatlichen Mitteln die hygrometrischen Werthe der Winde zu bestimmen. Für die 8 Hauptwinde erhielt ich daraus für die Jahre 1821—1825:

N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
78,6	74,8	66,1	77,4	83,7	80,1	78,8	77,9.

Wir finden also von O. bis S. ein plötzliches Steigen der Feuchtigkeit, von S. durch N. bis O. ein allmähliges Abnehmen derselben. Wir werden also als die Quelle der Niederschläge den Südwind anzusehen haben, der in seinem Fortgang durch West allmählig sich erkältend seinen Wasserdampf immer mehr verliert. Aber in Beziehung auf den Gang des Hygrometers tritt eine Schwierigkeit ein, die uns bei dem Thermometer und Barometer nicht begegnete. Denn wenn ein wärmerer Wind auf einen kälteren folgt, so wird die mittlere Temperatur der über uns stehenden Luftsäule immer erhöht werden, so gering auch die Höhe sey, welche der einfallende Wind einnimmt. Eben so wird beim Barometer immer der Druck der Luft vermehrt, wenn ein schwerer Wind auch nur theilweise eintritt. Beim Hygrometer hingegen mufs, damit dafs die Luft bei Nordwinden trocken seyn könne, der überschüssige Wasserdampf der südlichen Winde vorher niedergeschlagen seyn. Wenn nun ein trockner kalter Wind mit einem warmen feuchten sich mischt, so wird das Zugehen zur Feuchtigkeit oder Trokkenheit sich hauptsächlich danach richten, welcher von beiden das Uebergewicht hat. Denken wir uns nun die Niederschläge überhaupt entstehend durch die Temperaturdifferenzen der entschiedenen nördlichen und südlichen Winde, so werden wir die Winde West, Ost als die indifferenten Mitten beider angesehen haben, so dafs von West durch Nord nach Ost der nördliche Wind das Uebergewicht hat, von Ost durch Süd nach West der südliche. Das Haarhygrometer wird also von O. durch S. bis W. der Feuchtigkeit zugehen, von W. durch N. bis O. der Trockenheit. Als Correction für die täglichen

hygrometrischen Aenderungen erhielt ich für die angegebenen Jahre

−4,9   +4   +6,4   −7,5.

Der hienach corrigirte Gang ergab:

Wind	Mittel.	9 U. V.	Mittag.	3 U. N.	9 U. Ab.	U. 9−9.
N.	75,2	77,8	75,8	73,4	73,9	+3,9
NO.	73,1	74	74	72,6	71,6	+2,4
O.	73,4	73,5	74,3	73	73	+0,5
SO.	80,3	79,8	80	79,1	82,4	−2,6
S.	82,4	80,8	82,7	83,5	82,3	−1,5
SW.	80,1	78,2	78,7	81,2	82,4	−4,2
W.	77,7	77,4	76,8	77,4	79,1	−1,7
NW.	78,2	80,5	77,6	76,5	78,0	+2,5

Die Unregelmäfsigkeiten, die sich in den einzelnen Beobachtungen noch zeigen, machen eine genauere Untersuchung nothwendig.

4) Auf der Westseite tritt der kältere Wind zuerst unten ein, und verdrängt den vorher wehenden südlichen Wind von unten nach oben, auf der Ostseite tritt der wärmere zuerst oben ein, und verdrängt den vorher wehenden nördlichen von oben nach unten. Zugleich nimmt die Geschwindigkeit des Verdrängens auf der Westseite von Süd nach Nord allmählig ab, auf der Ostseite hingegen von Nord nach Süd immer mehr zu *).

Diese aus der Drehung des Windes unmittelbar sich ergebenden Sätze müssen hinreichen, die von Veränderung der Windesrichtung abhängigen Niederschläge abzuleiten.

*) Ich glaube hier kaum hinzusetzen zu dürfen, dafs ich unter dem Verdrängen von oben nach unten, und umgekehrt, nicht die mehr oder weniger gegen den Horizont geneigte Richtung der Winde verstehe, da es eine bekannte Erfahrung ist, dafs Nordwinde in Beziehung auf die Richtung sich gegen den Horizont neigen, Südwinde hingegen an der widerstehenden kälteren Luft wie an einem Berge hinauffliefsen.

wärmerer auf einen kälteren, so könnte man dara
Phänomen erklären, dafs man sagte, auf der We
nimmt die Dampfcapacität der Luft ab, auf der O
zu. Aber natürlich wird sich der Niederschlag
richten, ob der trockne oder der feuchte Wind das
gewicht hat. Aus dem raschen Einfallen der nör
Winde auf der Westseite, dem allmähligen Uebe
nehmen des Südwindes auf der Ostseite folgt, d
der Westseite ein plötzliches Vermischen ungleich e
ter Luftschichten stattfinden wird, auf der Ostseite
gen ein allmähliges Verdrängen. Wir werden dah
häufigsten Niederschläge von Süd bis West zu er
haben, die seltensten von Nord bis Ost. Denn
der raschen Drehung von Süd nach Nord werd
Temperaturdifferenzen der sich auf der Westseite mi
den Winde gröfser seyn, als die auf der Ostseit
eben dem Grunde die Niederschläge auf der We
nach Nord höher hinaufrücken. Da aber die therm
Werthe der Winde im Winter am stärksten
riren, so wird die Anzahl der Niederschläge im W
gröfser seyn, als im Sommer, wegen der dami

65° 54′, also zwischen SW. und WSW., während des Schnees hingegen 133° 59′, also NW. In Paris während des Regens 50° 26′.

Ist nun eine rasche Vermischung der Winde dem Niederschlage vorzüglich günstig, so würde sich daraus ergeben, dafs auf der Westseite das Barometer während des Regens rasch steigen mufs, auf der Ostseite rasch fallen. Aber der Wind geht natürlich nicht immer continuirlich durch die Windrose, er springt besonders auf der Westseite häufig zurück. Aus dem oben Gesagten folgt aber, dafs eine der regelmäfsigen Drehung des Windes entgegengesetzte Aenderung auf der Westseite selten mit einem Niederschlag verbunden seyn wird, auf der Ostseite werden hingegen die seltenen Ausnahmen der gesetzmäfsigen Aenderung grade auf Regenwinde fallen. Es werden also auf der Ostseite eher Regen mit steigendem Barometer, als auf der Westseite mit fallendem vorkommen. Das Steigen des Barometers während der Regenwinde auf der Westseite wird also entschieden gröfser seyn, als das Steigen bei Westwinden im Mittel, für die östlichen Regenwinde hingegen das Fallen geringer, als für die Ostwinde im Mittel. Da aber wegen der gesetzmäfsigen Drehung jedes Zurückgehen durch ein Vorgehen compensirt werden mufs, das Zurückspringen des Windes auf der Westseite aber weit häufiger geschieht, als auf der Ostseite, so wird ein Fallen des Quecksilbers mit Westwinden auf neuen Regen deuten, da der Gang nach Nord wieder durchgemacht werden mufs, und hierin zugleich ein neuer Grund für die Häufigkeit der Niederschläge auf der Westseite liegen. Dauernder Regen ist also nicht ein Niederschlag, sondern die häufige Wiederholung derselben Erscheinung, die sich in Beziehung auf die Windfahne darstellt als eine continuirliche Abwechselung von West und Südwest, in Beziehung auf das Barometer als ein fortwährendes Schwanken. Beispiele dafür findet man in jedem Beobachtungsjournale.

Für den mittleren Gang des Barometers erhielt ich : den 10 Jahren der Pariser Beobachtungen folgende ' fel. Um gleich abstehende Beobachtungen zu erhalt ist, da die Himmelsansicht nur für den Mittag angegel ist, die Differenz von 9 Uhr Morgens und 3 Uhr Na mittags beigefügt. Ebenso der Unterschied zwischen l genwind und Winde ohne Regen, aufserdem die ab lute und relative Anzahl der Niederschläge. (Unter re tiver Anzahl verstehe ich, unter wie viel Winden ein l genwind vorkommt.)

Wind.	Mittel.	Unt. ohne und mit Regen.	Abs. A.	Rel. A.	9 U. M.	Mittag.	3 U. N.	9 U. Ab	U. 9—9	U. 9—3
NNO.	744,3562	+15,4052	2	1:33	744,4715	744,3575	744,1385	744,4575	+0,014	+0,3330
NO	751,085	+ 8,4879	2	164	50,8865	51,1625	51,0285	51,2625	−0,376	−0,1420
ONO.	744,2225	+13,8775	1	86	44,5715	44,6225	44,1885	43,5075	+1,064	+0,3830
O.	747,7769	+ 9,8918	9	19	47,5626	47,2792	47,2774	48,9886	−1,4260	+0,2852
OSO.	750,5769	+ 3,3310	4	14	50,9565	50,8257	50,3335	50,1900	+0,7665	+0,6230
SO.	740,445	+13,8737	13	17	44,9061	44,2225	44,2393	44,4121	+0,4940	+0,6668
SSO.	747,1897	+ 7,2556	7	8	47,9644	47,1625	46,6714	46,9604	+1,004	+1,2930
S.	748,2392	+ 5,2366	77	6	48,8223	48,1586	47,8556	48,1204	+0,7019	+0,9667
SSW.	749,7110	+ 2,9949	19	7	50,2647	49,5830	49,4111	49,5859	+0,6788	+0,8536
SW.	749,5552	+ 4,3745	94	7	50,1144	49,2975	48,8296	49,9492	+0,1652	+1,2848
WSW,	751,514	+ 3,8689	26	6	51,6115	51,3948	51,4581	51,6316	−0,0201	+0,1534
W.	751,1422	+ 4,6714	77	7	50,1443	50,5980	51,2923	52,5344	−2,3901	−1,1480
WNW.	753,1367	+ 4,0506	10	11	51,7975	52,3375	53,4405	54,9715	−3,1740	−1,6430
NW.	753,7199	+ 4,6816	25	11	52,4575	52,9969	53,9481	55,4771	−3,0196	−1,4906
NNW.	762,01	− 4,5089	1	54	61,7415	61,3225	61,5485	63,4275	−1,6860	+0,1930
N.	756,7686	+ 3,3133	18	17	56,1071	56,3536	57,0185	57,5952	−1,4881	−0,9114

Be

Betrachten wir die sich ergebenden Differenzen, so ist es wohl überraschend, wie klar selbst aus so wenigen Beobachtungen der Zusammenhang der Barometerveränderungen mit den Hygrometeoren hervortritt.

Das Barometer fällt nämlich bei Regen mit Ostwinden, steigt während des Regens mit Westwinden *).

Das rasche Steigen von West bis Nord, eine Linie in 12 Stunden im Mittel, giebt zugleich ein leichtes Verfahren an die Hand, die Richtung der Aenderung des Windes an einem gegebenen Orte zu finden. Zehn Beobachtungen bei NW. reichen schon dazu hin. Und so lösen sich denn auf die einfachste Art alle Widersprüche, in welche man sich darum verwickelte, weil man die Phänomene der Ostseite nicht von denen der Westseite unterschied, weil man von dem Barometer verlangte, dafs es vor dem Regen entweder steigen müfste, oder fallen. Aber man beruft sich auf Pascal, Beal, Wallis, Garcin, Deluc, Chiminello, welche das Fallen vor und während des Regens bewiesen hätten. Die aber, welche die Sache wirklich untersucht haben, widersprechen diesen Behauptungen; denn Poleni fand in 12 Jahren zu Padua unter 1175 Regen nur 758, bei denen das Barometer fiel, und van Swinden beobachtete im J. 1778 in Franeker so oft Fallen als Steigen. Aber solche Vorurtheile kann man nur widerlegen, indem man ihren Ursprung rechtfertigt. Wenn im Conflict der südlichen und nördlichen Winde auf der Westseite aller überschüssige Wasserdampf der ersteren niedergeschlagen ist, ist für

*) Welchen Einflufs hiebei die Veränderung der Dampfatmosphäre hat, ergiebt sich, wenn man unabhängig die Drehung für die Elasticität des Wasserdampfes nach den Angaben des Daniell'schen Hygrometers berechnet, und die gefundenen Werthe von den barometrischen abzieht. Die 3jährigen Beobachtungen von Daniell sind aber zu einer sichern Bestimmung nicht genügend.

den durchgedrungenen Nordost, der aus kälteren Gegenden nach wärmeren fliefst, dessen Dampfcapacität also fortwährend erhöht wird, kein Grund des Niederschlags vorhanden, und es steht daher bei dem barometrischen Werth dieses Windes an der Skale »schön« oder »sehr trocken» (Fig. 9. Taf. IV.). Nun beginnt das Barometer zu fallen, und man sagt: es wird regnen, richtiger: es wird wieder Südwind werden. Versteht man also unter »vor« die Zeit, während der Wind von NO. durch O. nach S. geht, so fällt das Barometer allerdings vor dem Regen. Aber man sieht leicht, dafs diefs zwei Erscheinungen verbinden heifst, welche nicht zusammengehören, und eine darauf gegründete Theorie, wie sie Leibnitz zuerst gab, und die unter verschiedenen Formen später häufig wiederholt worden ist, wird immer einseitig bleiben müssen, da sowohl für die regelmäfsige Drehung als das unregelmäfsige Zurückspringen des Windes die Erscheinung auf der einen Seite der Windrose immer der auf der andern grade entgegengesetzt ist.

Abstrahiren wir von der Verdampfungskälte und der während des Niederschlags freiwerdenden Wärme, so wird auf der Westseite der Windrose die Temperatur sich nach dem Regen erniedrigen, auf der Ostseite erhöhen.

Als Correction für die täglichen Variationen der Temperatur in 10 Jahren erhielt ich:

9 U. M.	Mittag.	3 U. Nachm.	9 U. Ab.
+0,95	—1,43	—1,70	+2,18

Der hiernach corrigirte Gang ist:

Wind.	9 U. V.	Mittag.	3 U. N.	9 U. Ab.	U. 9—9.
NNO.	13,15	13,32	13,05	12,38	+0,73
NO.	10,35	9,02	8,7	11,68	—0,33
ONO.	1,15	— 0,63	1,5	5,18	—4,03
O.	12,47	9,83	9,98	12,48	—0,01
OSO.	10,65	9,67	10,65	12,4	—1,75
SO.	7,70	7,62	8,82	11,57	—3,87

Wind.	9 U. V.	Mittag.	3 U. N.	9 U. Ab.	U. 9—9.
SSO.	13,99	13,1	12,99	14,44	—0,45
S.	12,33	11,02	11,06	12,43	—0,1
SSW.	10,94	9,37	9,75	10,97	—0,03
SW.	12,20	10,72	10,87	11,02	+1,18
WSW.	13,86	12,21	12,41	13,18	+0,68
W.	12,30	10,34	9,93	11,09	+1,21
WNW.	15,02	13,85	12,49	13,76	+1,22
NW.	9,11	7,15	7,42	8,57	+0,54
NNW.	1,1	1,97	—0,4	1,78	—0,78
N.	8,94	7,12	7,09	9,60	—1,34

Die Verdampfungskälte tritt, da die Himmelsansicht Mittags angegeben ist, in den Beobachtungen um 3 Uhr am deutlichsten hervor. Die Differenzen sind überzeugend.

Auf der Westseite der Windrose folgt Schnee auf Regen, auf der Ostseite Regen auf Schnee.

Schnee mit Westwinden deutet auf den Eintritt neuer Kälte, Schnee bei Ostwinden auf eine Milderung derselben. Das Sprüchwort: neuer Schnee, neue Kälte ist dadurch entstanden, dafs es häufiger mit Westwinden schneit als mit Ostwinden.

Will man diese Sätze auch für die unregelmäfsigen Veränderungen anwenden, so heifsen sie: Schnee mit fallendem Barometer wird Regen, Regen mit steigendem Barometer wird Schnee. Schnee mit steigendem Barometer zeigt neue Kälte an, Schnee mit fallendem eine Mäfsigung derselben.

Aufserdem folgt hieraus, dafs Schneefälle nicht bei bedeutender Kälte stattfinden können, da, wenn der kalte nördliche Wind herrschend geworden, oder der südliche verdrängt, kein Grund mehr zum Niederschlag vorhanden ist.

Eine nach dem Regen erhöht bleibende Temperatur wird immer neuen Regen anzeigen, denn auf der Ostseite ist sie das gesetzmäfsige Ueberhandnehmen des süd-

lichen Windes, auf der Westseite ist sie ein Zurückspringen, das durch ein neues Vorgehen oder neuen Niederschlag wieder compensirt werden mufs.

Da auf der Westseite der Windrose der kältere Wind unten zuerst als schwererer einfällt, der wärmere auf der Ostseite den kälteren von oben herab allmählig aufwickelt, so wird bei dem Regen im Mittel unten ein Wind seyn, dessen barometrischer mittlerer Werth gröfser ist, als der des oben wehenden. Es wird also der Barometerstand während des Regens niedriger seyn, als der barometrische Werth des Windes überhaupt, da das Verdrängen während des Regens am raschesten geschieht. Die Gröfse des barometrischen Abstandes eines Regenwindes von seinem allgemeinen Mittel wird sich also richten nach dem Verhältnifs der barometrischen Werthe der Winde unter einander und der Geschwindigkeit des Ueberganges. Da nun im Winter die barometrischen Unterschiede der Winde am gröfsten, und eben deswegen der Uebergang der südlichen in die nördlichen und umgekehrt am raschesten, so wird die Differenz zwischen dem Regenmittel eines Windes und dem allgemeinen Mittel da am gröfsesten seyn. Die Form des Niederschlags ist aber in höheren Breiten im Winter Schnee. Das Barometer wird also bei Schneefällen am tiefsten unter dem allgemeinen Mittel des Windes stehn.

Aus den Beguelin'schen Beobachtungen ergiebt sich für Berlin nach den von L. von Buch bestimmten Mitteln

für *Regen* $b^{(m)} = 333''',95 + 1,4258 \sin(m 45^\circ + 76^\circ 9') + 0,7149 \sin(m 90^\circ + 261^\circ 45')$

für *Schnee* $b^{(m)} = 332''',9088 + 1,3625 \sin(m 45^\circ + 84^\circ 50') + 0,7816 \sin(m 90^\circ + 253^\circ 15')$

Regen.

	Beobachtet.	Berechnet.	Untersschied.	unt. d. Mittel	Anzahl
N.	334''',42	334''',627	—0''',207	1''',61	35
NO.	335,1	335,068	+0,032	1,623	34
O.	335,17	334,999	+0,171	1,326	42
SO.	333,03	333,315	—0,275	1,231	42
S.	332,1	331,858	+0,242	1,225	88
SW.	332,56	332,627	—0,067	0,972	282
W.	334,18	334,326	—0,146	0,779	214
NW.	335,04	334,790	+0,250	1,224	124

Schnee.

N.	333''',25	333''',517	—0''',276	2''',720	38
NO.	333,75	333,730	+0,020	2,961	60
O.	333,38	332,780	—0,400	2,545	24
SO.	332,21	333,256	—0,046	2,290	25
S.	330,76	330,803	—0,043	2,280	17
SW.	331,93	331,637	+0,239	1,962	55
W.	333,62	333,535	+0,085	1,570	50
NW.	334,37	334,007	—0,033	1,907	74

Kommt aber Schnee und Regen in demselben Durchgang durch die Windrose vor, so entspricht der Regen dem tieferen Stande.

Da aber die gefundenen barometrischen Regenmittel tiefer sind als der Werth für das Minimum der Windrose, und bei dem Winde, der diesem entspricht, doch während des Regens das Barometer tiefer steht, so reicht jener angeführte Grund nicht hin. Dieses Tieferstehn beruht also auf 2 Ursachen, dem Uebereinanderwehen verschiedener Winde und einer davon unabhängigen, allen Niederschlägen gemeinsamen Ursache, die in dem Herausfallen des Wasserdampfes zu suchen ist (*de bar. mut. p.* 44.) *).

*) Hierin liegt zugleich der Grund, warum das Barometer im Mittel etwas weiter über das Minimum hinausfällt, als die Mittel geben; ein Grund, der bei dem Maximum, wo fast gar keine Niederschläge sind, nicht stattfindet. Deutlich zeigt sich dieser Einfluſs beim Gange des Barometers während des Regens, wenn man die Differenzen 9—3 mit denen 9—9 vergleicht.

Aus dem Unteneinfallen des kälteren Windes auf der Westseite folgt aufserdem, dafs Einfallen des Windes, Wolkenbildung, Niederschlag als Regen oder Schnee und Steigen des Barometers zusammenfallen werden, ja häufig der Wind den andern Erscheinungen vorangehen wird, hingegen auf der Ostseite ist die Wolkenbildung früher als der unten bemerkbare Wind. Auf der Westseite geht die Wolkenbildung von unten nach oben, auf der Ostseite von oben nach unten. Das Aufhören der Wolkenbildung, wenn der nördliche Wind immer mehr herrschend wird, nennt man das Brechen der Wolken, welches sehr verschieden ist von dem allmähligen Auflösen des Abends bei aufhörenden Courant ascendant in wärmere Luftschichten herabsinkenden Cumulus. Plötzliche Wolkenbildung gehört der Westseite an, da hier plötzliche Vermischung stattfindet, allmählige Bildung der Ostseite. Jener entspricht der Cumulostratus, dieser der Cirrus. Dieser ist also der Niederschlag durch einen eintretenden südlichern Wind, jener der Niederschlag durch einen in wärmere Luft eindringenden kälteren. Einige Beobachtungen von Howard mögen diefs beweisen:

»Die Verbreitung des Cirrus, von denen mehrere Dalton durch Messungen 3—5 englische Meilen hoch fand, hängt genau mit der Windesrichtung zusammen. Das Erscheinen der Lockenwolke ist eine Anzeige von Wind, und sie ist am ausgezeichnetsten und häufigsten vor Stürmen. Häufig setzt sich der Wind nach dem Viertel hin um, nach welchem die Spitzen hinweisen. Der Cirrus scheint am specifisch leichtesten bei seiner Bildung zu seyn, zuletzt sinkt er und verwandelt sich in Cirrostratus oder Cirrocumulus. Das furchtbarste Ansehn hat der Cirrostratus, wenn er wie weitgedehnte Nebellagen erscheint, die von den höchsten Luftregionen herabzusteigen scheinen. Bestehend hiemit ist das Prognosticon schlechten Wetters. Im Winter steigt er zu den Ebenen herab, als ein sehr feuchter und dauernder Ne-

bel. Nicht selten sieht man, dafs der Cirrostratus augenscheinlich von einem Winde herbeigeführt wird, der in einer andern Richtung bläst, als in der, in welcher die Haufenwolken sich bewegen, über welchen er sich verbreitet. In diesem Falle werden sie sehr bald von ihm aufgehalten und nehmen einen andern Lauf, oder lösen sich auf in Regen. Die Lockenwolke erscheint am häufigsten, wenn die veränderlichen Winde herrschen.« Der Cirrus entspricht in seiner Bildung fallendem Barometer.

»Der Cumulostratus pflegt bei völlig überzogenem Himmel zu herrschen bei mittlerem Barometerstande oder sogenanntem veränderlichen Wetter, wenn der Wind aus Westen bläst, und gelegentlich nord- oder südwärts abspringt. In Rücksicht der Temperatur hat er einen weiten Spielraum, und kann so gut Schnee als Gewitter herbeiführen.« Der Cumulostratus entspricht steigendem Barometer. Die Phänomena der Westseite sind also ein Uebergang von der Trübung zur Helle, die der Ostseite von der Helle zur Trübung.

Da die Temperaturdifferenzen der Winde im Sommer in der Nähe des Bodens verdeckt werden *) und erst in gröfseren Höhen der Atmosphäre hervortreten, so wird die Wolkenbildung im Winter niedriger seyn als im Sommer, das Hygrometer vom Winter zum Sommer der Trockenheit zugehn. Aber die Wolke ist nur die erzeugende Ursache des Niederschlags, indem sich an dem zuerst als sogenannter Bläschendampf hervortretendem Tröpfchen, als an einem kälteren Körper, der Wasserdampf der Luftschichten von der Wolke bis zum Boden allmählig immer mehr niederschlägt. Dafs aber die Regen-

*) Dieses Verwischen der Wärmeunterschiede der Winde in der Nähe des Bodens zu allen Jahreszeiten ist ein Hauptgrund des vielbesprochenen *Schwebens der Wolken.* Die Höhe nämlich, in welcher dieser ausgleichende Einflufs des Bodens aufhört, ist die Stelle, wo sich die Wolke immer von Neuen bildet, die von unten immer dieselbe zu bleiben scheint.

tropfen immer hinreichend kalt sind, um selbst, wenn das Hygrometer nicht absolute Feuchtigkeit zeigt, den Niederschlag zu bewirken, hat **Boisgiraud** durch Beobachtungen gefunden. Jene Vergröfserung des Tropfens geht am deutlichsten aus in verschiedener Höhe aufgestellten Regenmessern hervor. Aus der gröfsern Höhe der Wolkenbildung im Sommer und der gröfsern Menge des vorhandenen Wasserdampfs folgt, dafs die absolute Menge des Niederschlags in gleicher Zeit gröfser ist, als im Winter, ein Resultat, welches aber wegen der gröfseren Anzahl der Niederschläge für die beobachteten Mengen im Mittel verdeckt wird. Nennen wir nun x die Entfernung des obern Regenmessers von der Wolke, a die Entfernung des untern Regenmessers von dem obern, so ist a eine unveränderliche Gröfse, hingegen x eine Gröfse, die vom Winter zum Sommer bedeutend wächst. Bezeichnen wir nun mit $f(a)$ den Niederschlag in der Luftschicht vom obern zum untern Regenmesser, oder den Ueberschufs des Regenwassers im untern Regenmesser, mit $f(a+x)$ den Niederschlag von der Wolke bis zum Boden, so wird $\frac{f(a+x)}{f(a)}$ nothwendig im Sommer gröfser seyn, als im Winter, oder die Zunahme des Niederschlags in der untern Luftschicht im Sommer ein weit geringerer Theil der absoluten Menge, als im Winter. Durch den Niederschlag wird aber Wärme frei, durch die Verdampfung die Temperatur der Umgebung erniedrigt. Abstrahiren wir also von dem einfallenden kälteren Winde als häufigster Ursache des Niederschlags, so mufs durch jeden Niederschlag die Temperatur der Luft erhöht werden. Der Niederschlag geschieht aber in der ganzen über uns stehenden Luftsäule, und soviel sich auch im Herabfallen wieder verflüchtigen mag, so ist der unten anlangende Tropfen doch der reelle Ueberschufs des Niederschlags über die Verdampfung. Dieser herabgefallenen Rege verdunstet wieder, die Verdampfungskälte

entsteht also dadurch, dafs die in der Vergröfserung des herabfallenden Tropfens allmählig frei werdende Wärme in der nachherigen Verdunstung allein dem Boden entzogen wird; sie ist also eine Erniedrigung der Temperatur der untern Luftschichten auf Kosten einer Temperaturerhöhung der ganzen Luftsäule von der Wolke bis zum Boden, und sie mufs also im Sommer gröfser seyn, als im Winter; ja im Winter, wo wir uns oft in der Wolke selbst (Nebel, Nebelregen) befinden, wird die mittlere Temperatur eines Regenwindes oder Schneewindes im Mittel häufig höher seyn, als die mittlere Temperatur des Windes überhaupt, während im Sommer diefs nicht stattfindet. Die früher mitgetheilte Tafel zeigt diefs. Für die Jahre 1818—1825 erhielt ich als Werthe für $\frac{f(a+x)}{f(a)}$ in den einzelnen Monaten

Jan.	Febr.	März.	April.	Mai.	Jun.
6,81	4,31	6,03	13,08	13,99	15,73
Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
8,82	13,69	17,76	6,38	7,29	6,65

Aufserdem mufs sich aus den Beobachtungen ergeben, dafs bei Westwinden unter fast gleichen Umständen die unteren Luftschichten mehr zum Niederschlag beitragen, als bei Ostwinden. Diefs konnte nicht untersucht werden, da die einzelnen Beobachtungen nicht angegeben sind.

XIII. *Versuche über die Wärmeleitung in dünnen Körpern, und Beschreibung eines neuen Contactthermometers; von Hrn.* F o u r i e r.

(Mit einigen Abkürzungen aus den *Annal. de chim. et de phys. XXXVII. p.* 291.)

Das Instrument, welches hier zunächst beschrieben wird, hat den Zweck eine genäherte Kenntnifs von dem Wärme-

Leitvermögen der Körper zu geben. Es besteht aus einem kegelförmigen Gefäſse von sehr dünnem Eisenblech, das an seiner kreisrunden Grundfläche durch eine Haut von mittlerer Dicke verschlossen, und mit Quecksilber gefüllt ist. Ein Thermometer, dessen Kugel in das Quecksilber getaucht ist, giebt für jeden Augenblick die Temperatur der flüssigen Masse. Die Fig. 10. Taf. IV. zeigt die verschiedenen Theile des Instruments. *AA* ist das conische, mit Quecksilber gefüllte Gefäſs; *bbb* die biegsame, das Quecksilber zurückhaltende Fläche, die in der Rinne *gg* festgebunden ist; *cc* das innere, in das Quecksilber getauchte Thermometer, das durch den Pfropfen *ll* festgehalten wird; *D* die Unterlage, welche auf eine feste Temperatur, z. B. auf die des Arbeitszimmers, gehalten wird. Der Gebrauch dieses Instruments ist folgender. Zunächst erhitze man das conische Gefäſs bis zu einer bestimmten Temperatur, z. B. bis zu 46 oder 47 Grad, lege nun die dünne Platte oder das Blättchen, dessen Leitvermögen man untersuchen will, auf die Unterlage, und setze hierauf das Gefäſs mit Quecksilber, im Moment, wo das Thermometer z. B. genau 45° zeigt, auf diese Platte; alsdann beobachte man sorgfältig das allmählige Erkalten, durch Aufzeichnung der verflossenen Zeiten und der zugehörigen Temperaturen. An der Theilung des Thermometers müssen sich noch Zehntel eines Grades beobachten lassen.

Das Gesetz der Erkaltung ist durch eine Differential-Gleichung gegeben; der endliche Ausdruck dieses Gesetzes enthält die feste Temperatur der Unterlage, die der umgebenden Luft, und einen Exponenten, welcher von dem Leitvermögen der die Wärme durchlassenden Substanzen abhängt. Man kann also das Maaſs dieses Vermögens von dem der zu verschiedenen Zeitpunkten beobachteten Temperatur ableiten. Man erhält dadurch, wie sich sogleich ergiebt, den Ausdruck für die Bewegung der Wärme.

Wir bezeichnen mit H die Wärmemenge, welche während der Zeiteinheit von der Oberfläche des conischen Gefäſses in die Luft übergehen würde, wenn die Gröſse dieser Fläche, so wie der Unterschied zwischen der festen Temperatur der Luft und dieser Fläche gleich Eins wäre. Wenn demnach α die Temperatur des erwärmten conischen Gefäſses, s die Gröſse der Oberfläche, und dt das Element der verflossenen Zeit bezeichnet, so hat man $Hs(\alpha-m)dt$ für die Wärmemenge, welche während des Augenblicks dt, durch die Oberfläche des Gefäſses in die Luft, deren feste Temperatur durch m bezeichnet ist, übergeht. Man miſst die Wärmemengen dadurch, daſs man ausdrückt, wie viele Male sie eine gewisse zur Einheit angenommene Menge enthält; H bezeichnet eine gewisse Anzahl dieser Einheiten.

Man bezeichne mit h die Wärmemenge, welche während der Zeiteinheit die Flächeneinheit durchdringen, und aus der erwärmten conischen Masse A in die Unterlage D übergehen würde, wenn der Unterschied zwischen der Temperatur A und der der Unterlage gleich Eins (100 Centesimalgrade) wäre. Dann ist $hb(\alpha-n)dt$ die Wärmemenge, welche aus dem Gefäſse in die Unterlage übergeht, wenn n die feste Temperatur derselben, und b die Gröſse der mit der Unterlage in Berührung stehenden Fläche bezeichnet. Es drückt also $Hs(\alpha-m)dt + hb(\alpha-n)dt$ die Wärme aus, welche das Gefäſs während des Augenblickes dt verliert. Bezeichnet man jetzt mit c die Wärme, welche, zu der in der Masse A bei 0° enthaltenen hinzugefügt, diese Masse von der Temperatur 0° auf die Temperatur 1 bringen würde, so hat man die Differentialgleichung:

$$d\alpha = -\frac{1}{c}[Hs(\alpha-m)dt + hb(\alpha-n)dt] \quad \ldots . \quad (1)$$

als Ausdruck für die veränderliche Bewegung der Wärme. Man integrirt diese Gleichung leicht, wenn man schreibt:

$$\alpha = P + Qe^{-(Hs+hb)\frac{t}{c}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

Denn, wenn man diesen Werth von a in die Gleich
(1) setzt, verificirt man die Gleichung, und man hat
die Bedingung

$$P=\frac{Hsm+hbn}{Hs+hb}$$

Bezeichnet man nun mit a_0, a_ϑ, $a_{2\vartheta}$ drei auf
ander folgende Temperaturen, die man bezugsweise
Ende dreier Zeitabschnitte, von denen jeder gleich ϑ
beobachtet, und nennt ϱ den Exponentialcoëfficienten

$$\frac{hb+Hs}{c},$$

welchen man als unbekannt betrachtet; so kann man
Werth von ϱ aus drei beobachteten Temperaturen
leiten, denn man hat:

$$a_0=P+Q$$
$$a_\vartheta=P+Qe^{-\varrho\vartheta}$$
$$a_{2\vartheta}=P+Qe^{-2\varrho\vartheta}$$

also:

$$a_0-a_\vartheta=Q(1-e^{-\varrho\vartheta})$$
$$a_\vartheta-a_{2\vartheta}=Qe^{-\varrho\vartheta}(1-e^{-\varrho\vartheta})$$

und:

$$e^{+\varrho\vartheta}=\frac{a_0-a_\vartheta}{a_\vartheta-_{2\vartheta}}$$

oder:

$$\varrho=\frac{1}{\vartheta}\left\{log\left(a_0-a_\vartheta\right)-log\left(a_\vartheta-a_{2\vartheta}\right)\right\}$$

Es folgt daraus, dafs man den Werth von ϱ ode

$$\frac{hb}{c}+\frac{Hs}{c}$$

durch die folgende Regel kennen lernen werde: Beo
achte die drei Temperaturen a_0, a_ϑ, $a_{2\vartheta}$, nehme
natürlichen Logarithmen von a_0-a_ϑ und $a_\vartheta-a_{2\vartheta}$
dividire den Unterschied dieser Logarithmen durch
Zwischenzeit ϑ.

Will man, nachdem man eine zwischengelegte Substanz, welcher der Coëfficient h zukommt, untersucht hat, mit demselben Instrument eine andere Substanz, zu welcher ein anderer Coëfficient h' gehört, untersuchen und mit der ersten vergleichen; so bestimme man, nach der angegebenen Regel und blofs mit Anwendung der gemeinen Logarithmen, die den unbekannten Coëfficienten

$$\frac{hb}{c}+\frac{Hs}{c}$$

proportionalen Gröfsen. Die Gröfsen $Hsbc$ sind gemeinschaftlich, und die beiden Resultate nur durch die Coëfficienten h und h' unterschieden. Untersucht man also, um sie hinsichtlich ihres Leitvermögens zu vergleichen, hinter einander mehrere verschiedenartige Substanzen, und berechnet man, mittelst der obigen Regel, die Zahlen, welche bezugsweise mit einem und demselben Instrumente erhalten sind, so wird man zwar nicht die absoluten Werthe der Coëfficienten h, h', h'', h''' . . . erfahren, wohl aber die successiven Zahlen, deren Anwüchse den Anwüchsen der Werthe h, h', h'', h''', . . . proportional sind.

Mithin sind durch diefs Verfahren die verschiedenen Substanzen nach dem ihnen zukommenden Leitvermögen geordnet, was der directe Zweck der Untersuchung ist, und wenn die Substanzen, welche man vergleicht, ein durch gleiche Grade steigendes Leitvermögen besitzen, so steigen die durch Beobachtung gefundenen Zahlen ebenfalls durch gleiche Grade. Es ist also hinreichend, dafs man aus einer sehr grofsen Zahl von Beobachtungen die aequidistanten Resultate auswähle, um versichert zu seyn, dafs die diesen Zahlen entsprechenden Werthe des Leitvermögens der Substanzen ebenfalls nach denselben Gesetzen steigen.

Man mufs bemerken, dafs der Coëfficient h nicht allein die Wärmemenge, welche durch die zwischengesetzte dünne Platte oder Hülle geht, in sich fafst, son-

dern auch die Wärmemenge, welche die biegsame, unter dem Quecksilber des conischen Gefäfses befindliche Fläche durchdringt. Dieser Zusatz einer Gröfse zu allen Werthen, welche man vergleichen will, verändert nichts an den so eben angegebenen Folgerungen. Mithin werden die Anwüchse der durch die logarithmische Regel gegebenen Zahlen beständig den Anwüchsen der gesuchten Coëfficienten proportional seyn.

Betrachten wir gegenwärtig den Fall, wo die Temperatur der Unterlage gleich ist mit der Temperatur der Luft; diefs macht die Verfahrungsarten einfacher und erleichtert die Anwendung. Macht man $m=n$ in dem obigen Werth von P, so findet man $P=m$. Es ist klar, dafs in diesem Fall die Temperatur des Gefäfses zuletzt gleich seyn mufs mit der der Luft. Man mufs also in der Gleichung (2), t unendlich setzen, wodurch man findet $\alpha_\infty=m$. Diefs ist wirklich der Fall, wenn $P=m$ ist. Die veränderliche Temperatur α ist folglich: $m+Qe^{-\varrho t}$. Beobachtet man also zwei auf einander folgende Temperaturen, so kann man dadurch den Exponentialcoëfficienten ϱ bestimmen. Man hat: $\alpha_0=m+Q$ und $\alpha_\vartheta=m+Qe^{-\varrho\vartheta}$, und wenn man für Q seinen Werth α_0-m setzt:

$\alpha_\vartheta=m+(\alpha_0-m)e^{-\varrho\vartheta}$ oder $\alpha_\vartheta-m=(\alpha_0-m)e^{-\vartheta\varrho}$ also:

$$\varrho=\frac{1}{\vartheta}\left[log(\alpha_\vartheta-m)-log(\alpha_0-m)\right].$$

Es reicht also hin, dafs man α_0 α_ϑ beobachte und die Differenz zwischen den gemeinen Logarithmen von α_0-m und $\alpha_\vartheta-m$ durch die Zwischenzeit ϑ dividire; der Quotient ist proportional dem Werthe von ϱ, welcher ist:

$$\frac{Hs}{c}+\frac{hb}{c}$$

Uebrigens ist der Gebrauch des hier beschriebenen Contactthermometers unvermeidlich Veränderungen unterworfen, welche ohne Zweifel merkliche Unterschiede zwischen der Theorie und Beobachtung herbeiführen. So behält die Unterlage nicht eine ganz unveränderliche Temperatur, und die im Gefäfse eingeschlossene, erkaltende Masse befindet sich nicht genau in dem Zustand, welchen die Theorie voraussetzt. Diese Ursachen und andere, deren Erwähnung hier überflüssig seyn würde, scheinen mir in den Resultaten Unterschiede herbeizuführen, die den aufmerksamsten Beobachtungen entgehen würden. Die genäherten Werthe, welche der Gebrauch dieses Instrumentes liefert, reichen jedoch hin, um die verschiedenen dünnen Platten oder Hüllen, die man vergleichen will, nach ihrem Leitvermögen zu ordnen, und diefs ist der Hauptzweck dieser Untersuchungen. Auch wird hier vor allem die Leichtigkeit und die Vervielfältigung der Beobachtungen beabsichtigt. Man nehme daher für die erste Temperatur $(\alpha_0 - m)$ einen gemeinschaftlichen Werth, z. B. 40 Centesimalgrade, und für ϑ eine fixe Dauer, z. B. zehn Minuten, und beobachte die Temperatur $(\alpha_\vartheta - m)$, welche das Thermometer nach Verlauf dieser zehn Minuten zeigt. Diese Werthe von $(\alpha_\vartheta - m)$, welche nach der Natur der Substanzen, welche die Wärme durchdringt, verschieden sind, lehren direct und ohne Rechnung die Reihe der specifischen Leitungsfähigkeiten kennen.

Es ist klar, dafs die Dicke der zwischengelegten Platte auf die zu beobachtende Temperatur einwirkt, und dafs man also diese Dicke nach den von mir in der Einleitung zu meiner »*Théorie de la chaleur*« entwickelten Grundsätze in Rechnung ziehen mufs. Hier beobachtet man aber nur die gesammte und zusammengesetzte Wirkung, nämlich die Wärmemenge, die, nach Durchdringung der zwischenliegenden Flächen, vom Quecksilber in die Unterlage übergehn.

Wenn man das Blättchen, welches man zuerst untersucht hat, durch einen dünnen Körper von anderer Natur ersetzt, und man nun von Neuem das einer gegebenen Zeit entsprechende Sinken der Temperatur beobachtet, so findet man, dafs dieses Sinken sich auf eine sehr beträchtliche Weise verändert hat, wie gering auch der Unterschied zwischen beiden Blättchen seyn mag. Man braucht z. B. der ersten Platte nur ein einzelnes Blättchen von dem dünnsten Papier hinzuzufügen, um sogleich einen merklichen Unterschied in dem Sinken der Temperatur zu erhalten. Der geringste Unterschied in der Beschaffenheit des zwischengelegten dünnen Körpers zeigt sich durch eine Aenderung in dem Sinken der Temperatur, und diese Aenderung ist um so mehr also sehr beträchtlich, wenn die Natur der Materie sehr verschieden wird. Wenn man z. B. Leinwand gegen Flanell oder Tuch verwechselt, oder statt eines dünnen Tuches ein sehr dickes nimmt; so sind diese Unterschiede leicht vorherzusehen und sogar durch das blofse Zeugnifs unserer Sinne erkennbar; allein das Instrument dient dazu, sie merklicher zu machen, sie zu messen, und was sehr wichtig ist, es giebt uns Anzeigen, die beständig sind, und sich bei Anstellung derselben Versuche immer in gleicher Weise wiederholen.

Man mufs bemerken, dafs diese Beständigkeit der Resultate wesentlich davon abhängt, wie vollkommen, mittelst des Drucks der Quecksilbermasse auf die darunter befindliche dünne und biegsame Haut, die Berührung geschieht *). Diese Bedingung, welche eine der hauptsächlichsten Schwierigkeiten bei der Construction dieses neuen Instruments ausmacht, ist durchaus nothwendig, da-

*) Zur Anstellung genauer Versuche über das Leitvermögen starrer Platten ist es daher gut, diese nicht auf eine Unterlage von Marmor, die nur einen unvollkommnen Contact gewährt, sondern auf ein Quecksilber-Kissen zu legen, dem ähnlich, welches bei Beschreibung des zweiten Apparats angeführt wird.

damit die Angaben desselben regelmäſsig auch auf eine groſse Zahl von Körpern anwendbar werden; ohne sie würde man die verschiedenen Substanzen nicht mit einander vergleichen können, wenigstens wenn man ihnen nicht vorher eine hinreichend ebene und glatte Fläche giebt, damit die Berührung des Instruments in einer groſsen Zahl von Punkten statt findet.

Ich habe so eben gezeigt, wie der Gebrauch des neuen Contactthermometers eine genäherte Messung von dem specifischen Leitvermögen giebt. Bei diesen Versuchen muſs die Substanz, welche man untersuchen will, in dünnen Blättchen angewandt werden, damit der Einfluſs ihrer specifischen Wärme auf den Gang der Erkaltung vermieden sey.

Dasselbe Instrument dient auch zur Anzeige der Wärme im Contact eines Körpers, und miſst gewissermaſsen die Empfindung von Wärme und Kälte, welche dieser Contact hervorruft. Zu Versuchen dieser Art braucht man nur das Instrument, wie ich angegeben habe, zu erwärmen, und es alsdann auf eine dicke Masse von der zu untersuchenden Substanz zu legen. Man bemerkt hierauf, um wie viel Grade die Temperatur innerhalb einer gegebenen Zeit, z. B. innerhalb fünf Minuten, sinkt.

Diese Gebrauchsart des Thermometers führt zu merkwürdigen Resultaten. Die Unterschiede in dem Sinken der Temperatur sind bei verschiedenen Körpern sehr groſs.

Ich setzte z. B. das erwärmte Thermometer auf eine Eisenmasse von 8°, und darauf auf eine Sandsteinmasse von derselben Temperatur. Der Unterschied zwischen dem Erkalten in beiden Fällen betrug ungefähr fünf Grad innerhalb einer Secunde. Der Unterschied ist noch merklicher, wenn man das Eisen mit einem Ziegelstein, oder gar mit Holz vergleicht.

Diese Versuche sind ungemein leicht; denn es brauchen die Massen, auf welche man das Thermometer stellt, nur gleiche Temperatur zu haben. Indeſs ist der Vor-

gang bei dieser Gattung von Versuchen sehr verwickelt, und um ihn genau auszudrücken, mufs man auf alle, ihn abändernden Umstände Acht geben. Behandelt man jedoch auf diese Weise Körper, deren specifische Wärme bekannt ist, so kann man sich von dem ihnen zugehörigen Leitvermögen eine ziemlich richtige Idee machen.

Der Gebrauch des Contactthermometers giebt, im Allgemeinen, nur genäherte Werthe vom Leitvermögen; aber für eine grofse Zahl von Körpern, wie z. B. für Ziegel, Steine, Holz, Zeuge u. s. w., sind diese Messungen auch ganz hinreichend.

Wir haben gesagt, dafs man zur Messung des Leitvermögens noch ein anderes Instrument gebrauchen kann. Die Versuche mit demselben machen die Vorgänge noch merklicher, aber sie erfordern auch mehr Sorgfalt. Sie bestehen nicht, wie die vorhergehenden, in einem Beobachten der successiven Erkaltung eines zuvor erwärmten Körpers, sondern darin, dafs man die endliche und feste Temperatur beobachtet, welche die Wärme beim Durchgange durch verschiedene Körper erzeugt. Ich habe mir vorgenommen, aus diesem Endzustand das Maafs für die specifischen Leitungsfähigkeiten abzuleiten. In der Anstellung dieser Versuche bin ich durch den geschickten Physiker, Hrn. Colladon, unterstützt, welcher nicht blofs die Verfertigung des Instruments geleitet, sondern auch eine besondere, ihm alleinig angehörige Einrichtung demselben hinzugefügt hat. Diese Einrichtung besteht in der Zwischenlegung eines Quecksilber-Kissens, welches den Contact der Unterlage mit allen Punkten der Hülle bedingt.

Diese Art, einen endlichen Gleichgewichtszustand zu bilden, hat den Vorzug, dafs man Resultate erhält, die unabhängig sind von der specifischen Wärme der zwischengelegten Substanzen. Man bringt diese Substanz oder Hülle zwischen die beiden Gefäfse, von denen das untere A (Fig. 11. Taf. IV.) beständig in der Temperatur

100° C., und das obere, auf die Substanz gesetzte, *B* in der Temperatur des schmelzenden Eises erhalten wird.

Von dem Leitvermögen der Substanz hängt die Wärmemenge ab, welche von dem Gefäſse *A* in das Gefäſs *B* übergeht. Am Boden des oberen Gefäſses *B* befindet sich ein sehr empfindliches Luftthermometer, welches die erzeugte Wirkung miſst. Diese Luft, welche sich erhitzt, ist in dem Metallgefäſse $cc'c'$ enthalten, deren unterer Theil mit dem auf 100° erwärmten Quecksilber-Kissen in Berührung steht, während der obere das schmelzende Eis berührt *).

Die in dem Gefäſse enthaltene Luft, welche so einerseits der Wirkung des Eises und andererseits der eines bis 100° C. erhitzten Körpers ausgesetzt ist, erlangt eine mittlere und feste Temperatur. Der gefärbte Index *o* des

*) Das cubische Gefäſs *A* ist von dünnem Kupferblech, wird durch den Trichter *e* ganz mit Wasser gefüllt, und kann durch den Hahn *r* wieder geleert werden. An die Decke ist eine kreisrunde Schale *vvp* von dünnem Eisenblech gelöthet, welche mit der in dem Ringe *aa* befestigten Haut *bbb* überbunden und mit Quecksilber gefüllt ist. Das Quecksilber wird in dieſs Kissen durch den Trichter *G* und die Seitenröhre *gg* eingeführt. Eine Lampe unter *A* dient zum Erhitzen des Wassers bis zu einer bestimmten Temperatur, z. B. bis 100 oder 60°, und das Thermometer *i* dient zum Messen dieser Temperatur, die auch das Quecksilberbad besitzt.

Das mit Eis, oder noch besser mit Wasser von einer etwas höheren Temperatur, als im Zimmer, gefüllte Gefäſs *B* enthält am Boden ein Metallgefäſs $ccc'c'$, welches die Kugel des Thermoscops bildet. Die mit diesem Gefäſs verbundene gekrümmte Röhre $ttt't'$ ist in dem Theile $t't'$ mit einer farbigen Flüssigkeit gefüllt, und dient dazu, die Ausdehnung der Luft sichtbar zu machen.

Um einen Versuch zu machen, hebt man das obere Gefäſs *B* ab, legt auf das Quecksilber-Kissen eine Scheibe von der zu untersuchenden Substanz, und setzt nun das Gefäſs wieder an seinen vorigen Ort. Da die untere Fläche *cc* des mit Luft gefüllten Gefäſses durch die zwischengelegte Substanz von dem Kissen getrennt ist, so empfängt sie weniger Wärme, und folglich wird die Luft eine geringere Temperatur annehmen.

Luftthermometers steht still, wenn die Wärmemenge, welche durch die Hülle in das Thermometer tritt, genau derjenigen gleich ist, welche dieses an das schmelzende Eis abtritt. Dieses Gleichgewicht bildet sich in einigen Secunden, und dieser Endzustand ist es, den man zu beobachten hat.

Die feste, von dem Luftthermometer angezeigte Temperatur hängt offenbar von der Natur der zwischengelegten Substanz ab. Leistet dieser dünne Körper dem freien Durchgange der Wärme wenig Widerstand, so ist die Endtemperatur des Luftthermometers weit gröſser, als wenn die zwischengelegte Hülle die Wärme sehr leicht durchläſst.

Es giebt für alle Fälle eine sehr einfache Beziehung zwischen der erlangten Temperatur und dem Leitvermögen des zwischengelegten Körpers. Um diese Beziehung auszudrücken, bezeichnen wir, wie bei den früheren Beobachtungen, mit h die Wärmemenge, welche während der Zeit Eins, durch die Flächeneinheit der Hülle, aus der Masse der Unterlage in das Innere des Luftthermometers übergehen würde, wenn der Unterschied zwischen ihren Temperaturen Eins wäre; ferner mit H die Wärmemenge, welche, während der Zeiteinheit und durch die Flächeneinheit, von der oberen Fläche $c'c'$ des Luftthermometers in die darüber befindliche eisige Masse überginge, wenn der Unterschied zwischen der Temperatur der Luft und des Eises Eins wäre. Mithin sind $hb(M-\alpha)dt$ und $Hs(\alpha-N)dt$ respective die Wärmemenge, welche während des Augenblicks dt, aus der Unterlage durch das Stück b der Hülle in die Luft strömet, und die, welche aus der Luft durch das Stück s der oberen Fläche des Thermometers in das Eis übergeht. Zur gröſsern Allgemeinheit ist hiebei durch M die feste Temperatur der Unterlage bezeichnet, so wie durch N die feste Temperatur der kalten Masse, in welche die Wärme abflieſst.

Nun stellt sich das Gleichgewicht ein, wenn die von

der Unterlage mitgetheilte Wärme genau die Wärme compensirt, welche der Behälter des Thermometers an das Eis abtritt; man hat also die Gleichung $hb(M-\alpha) = Hs(\alpha - N)$ und das Verhältnifs

$$\frac{hb}{Hs} = \frac{\alpha - N}{M - \alpha}$$

Man braucht nur α zu messen, um das Verhältnifs $\frac{h}{H}$ der beiden relativen Leitvermögen h und H, d. h. der relativen Leichtigkeiten, mit welchen die Wärme von der Unterlage in den Raum des Thermometers und von diesem Raum in die umgebende Masse übergeht, kennen zu lernen. Das Verhältnifs $\frac{b}{s}$ mufs als bekannt vorausgesetzt werden; es verändert nichts, wenn man die erste Hülle, welcher der Coëfficient zukommt, durch eine andere ersetzt, welcher der Coëfficient h' entspricht. Gleiches gilt vom Coëfficienten H, welcher constant bleibt. Untersucht man verschiedene Körper mit demselben Instrumente, so wird die Temperatur α durch das Luftthermometer gemessen, welches auf verschiedene Weise construirt werden kann.

Ich gebe hier nicht die Rechnung in Bezug auf dieses Instrument, weil diese überdiefs nicht schwierige Rechnung sich nach der gewählten Construction richtet. Allemal setze ich jedoch voraus, dafs diefs Instrument möglich empfindlich gemacht sey, und dafs man die Umstände untersucht habe, die den Stand des Index bedingen.

Was die Werthe von M und N betrifft, welche wir zuvor zu 1 und 0 angenommen, so haben uns wiederholte Versuche gelehrt, dafs die Beobachtungen leichter und die Resultate beständiger werden, wenn man zwischen den Zahlen M und N einen geringeren Unterschied nimmt, z. B. $M = \frac{4}{5}$ (80° C.) und $N = \frac{3}{20}$ (15° C.) macht.

Wenn man dasselbe Verfahren hinter einander auf mehrere dünne verschiedenartige Körper anwendet, so

findet man die Resultate verschieden nach der Natur des Stoffes, den die Wärme durchdringt. Die Erfahrung zeigt, dafs diese Unterschiede sehr grofs sind. Die Hinzufügung eines einzigen Blattes Schreibpapier, selbst vom dünnsten, bringt in der Stellung des Index einen Unterschied von mehr als 20 Linien zu Wege. Fügt man dem ersten Blatte noch ein zweites von demselben Papier hinzu, so verschiebt sich der Index um mehr als 25 Linien. Diese Verschiebung, welche, wie gesagt, in einigen Secunden vor sich geht, wird sehr grofs, wenn die zwischengelegte Substanz die Wärme schwierig durchläfst; bei gewissen Substanzen beträgt sie mehr als 100 Linien.

Wir haben mit diesem und dem früheren Instrumente eine grofse Anzahl verschiedener Substanzen geprüft, z. B. alle Hauptarten von Zeugen, Häuten, Pelzwerken, so wie auch Substanzen wie Glas, verschiedene Metalle in dünnen Blättchen u. s. w., und haben specifische Resultate erhalten, je nach dem Gefüge und der Natur der untersuchten Substanz.

Wenn man die Resultate, welche man mittelst des letzten, füglich *Contact-Thermoscop* zu nennenden Instrumente erhält, mit denen vergleicht, welche das zuvor beschriebene liefert, so bemerkt man, dafs die bei dem Thermoscope so merklichen Differenzen sich gleichfalls beim Beobachten der allmähligen Erkaltung des Contactthermometers zeigen; nur werden bei dem ersten Instrumente die Unterschiede durch die Zeit gemessen, und man kann sie daher auf eine bequemere und eben so genaue Weise bestimmen, wie mittelst des zweiten Apparats; die Resultate sind weniger auffallend, aber sie sind auch beständiger, und da diefs Thermometer von ungemein einfacher Construction und leichtem Gebrauche ist, so ist es sehr zum allgemeinen Gebrauche geeignet.

Diefs Instrument kann zu einer Menge von belehrenden oder nützlichen Untersuchungen dienen. Es weist

uns Eigenschaften nach, die wir nicht im Stande sind durch den blofsen Gebrauch unserer Sinne zu entdecken. So z. B. hat es mir zur Auffindung einer Thatsache gedient, die ich lange vermuthet hatte, nämlich: dafs die Wärmemenge, welche durch mehrere auf einander geschichtete dünne Körper geht, verschieden ist nach der Ordnung dieser Schichtung. So habe ich den folgenden Versuch gemacht: Ich setzte das Contactthermometer auf die marmorne Unterlage, von der es durch zwei Tuchscheiben getrennt war; die Wärme hatte also zu durchdringen: Haut, Tuch, Tuch, Marmor. Nachdem ich das stufenweise Erkalten beobachtet hatte, legte ich eine Kupferscheibe von der Dicke eines Blatts Papier auf den Marmor, unter die Tuchscheiben. Das Erkalten des Thermometers in einer gegebenen Zeit betrug jetzt weniger, als bei dem vorhergehenden Versuch. Nun wurde das Kupferblatt zwischen die Tuchscheiben gelegt; dann war die Gröfse der Erkaltung in gleicher Zeit gerade eben so grofs, als wenn, wie beim ersten Versuch, das Kupferblatt ganz fehlte.

Nun legte ich die Kupferscheibe auf die unmittelbar unter der Haut des Contactthermometers befindliche Tuchscheibe, so dafs also die Wärme die Hüllen in folgender Ordnung: Haut, Kupferblech, Tuch, Tuch, Marmor, durchdringen mufste. In diesem Fall war das Sinken des Thermometers beträchtlicher, als ohne Kupferscheibe. Mithin hatte die Zwischensetzung dieses Kupferblättchens den Uebergang der Wärme von der Haut in das Tuch erleichtert, und den Uebergang von dem Tuch in den Marmor verringert. So sind die Wirkungen während der ersten 10 Minuten; man mufs nur die Resultate mit einander vergleichen, die einem gleichen Zeitintervalle entsprechen.

Nachdem ich diese neuen Versuche über die Leitungsfähigkeit dünner Körper beigebracht habe, will ich

noch eine theoretische Bemerkung über die Beobachtungen machen, die zur Messung dieser Eigenschaft der Körper dienen können.

Wenn die Substanzen, welche man untersuchen will, das Leitvermögen in einem ziemlich hohen Grade besitzen, wie die Metalle, so bestimmt man es durch Beobachtung der festen Temperaturen einer prismatischen Stange, deren eines Ende in einer nahe constanten Temperatur erhalten wird. Die Erfahrung hat gezeigt, dafs dieser Endzustand mit demjenigen übereinkommt, welchen die Theorie angiebt. Die beobachteten Temperaturen bilden in der That eine recurrente Reihe, aus der man den numerischen Werth des Leitvermögens ableiten kann. Denselben Ausdruck darf man aber nicht auf Körper, wie Marmor, anwenden, deren Leitvermögen sehr schwach ist, selbst nicht auf diejenigen Metalle, welche die Wärme schwierig durchlassen.

Die Erklärung dieser Verschiedenheit ist folgende. In einem Körper von schwachem Leitvermögen erlangen und behalten die Theilchen, welche in einem und demselben auf der Axe des Prisma's senkrechten Querschnitt liegen, feste und ungleiche Temperaturen, die von der Axe gegen die Aufsenfläche hin rasch abnehmen. In Substanzen aber, deren Leitvermögen gröfser ist, wie z. B. Gold, Silber, Platin, Kupfer, nehmen alle Punkte eines und desselben auf der Axe senkrechten Querschnitts beinah eine gleiche Temperatur an. Diefs ist leicht einzusehen, und könnte als bekannt vorausgesetzt werden; allein die analytische Theorie erklärt es auch auf die deutlichste Weise, wie man aus dem allgemeinen Ausdruck ersehen kann, den ich anderswo von der gleichförmigen Bewegung der Wärme in einem rectangulären Prisma von beliebiger Dicke gegeben habe; dieselbe Lösung lehrt nämlich, dafs wenn das Leitvermögen sehr schwach, oder die Dicke der Stange sehr grofs ist, die verschiedenen Punkte eines und desselben senkrechten Querschnitts sehr verschiedene

Temperaturen haben. In diesem Falle enthält der Ausdruck für die Temperatur nicht bloſs den Abstand von dem Ausgangspunkt, sondern auch die Coordinaten von jedem Punkt des Querschnitts.

Zur Bestimmung des specifischen Leitvermögens solcher Körper, die diese Eigenschaft nur in einem schwachen Grade besitzen, muſs man also von dieser, auf Seite 406. der »*Théorie de la chaleur*« angeführten Formel Gebrauch machen. Die in diesem Werke niedergelegten theoretischen Resultate zeigen, daſs bei einem ziemlich groſsen Leitvermögen die beobachteten Temperaturen wie die Glieder einer recurrenten Reihe abnehmen. Wenn aber, bei Körpern von sehr schwachem Leitvermögen, der Versuch Werthe liefert, die durch eine geometrische Reihe ausgedrückt werden, so stimmt die Beobachtung nicht mit der Theorie überein *). In diesem Fall ist der Ausdruck von der Art, daſs man die subordinirten Glieder nicht vernachlässigen darf. Uebrigens sind für denselben Fall die beobachteten Temperaturen zu gering, als daſs man daraus den Werth des Leitvermögens mit Sicherheit herleiten könnte. Die Verfahrungsarten, welche eine genaue Theorie, bei einem Körper von schwachem Leitvermögen, als am geeignetsten zur Messung dieser Fähigkeit nachweist, weichen sehr von denen ab, welche bei metallischen Substanzen zulässig sind; sie bestehen darin, daſs man entweder die gleichförmige oder die veränderliche Bewegung der Wärme in Gefäſsen beobachtet, die aus verschiedenen Substanzen von verschiedener Dicke gemacht sind.

*) Hienach dürften dann wohl einige der von Hrn. Despretz angegebenen Resultate (dies. Ann. vorig. Bd. S. 282.) als nicht völlig genau zu betrachten seyn. P.

XIV. *Ueber den Hagel und die Hagelableiter; von Hrn. Arago.*

(Aus dem *Annuaire pour l'an* 1828, *p.* 180. Obgleich zunächst für Frankreich und für ein gröfseres Publicum geschrieben, dürfte dieser Aufsatz dennoch nicht ohne Interesse für die Leser der Annalen seyn.)

I. Vom Hagel.

Der Hagel ist seit Kurzem der Gegenstand so vieler Aufsätze gewesen, und die gegen ihn vorgeschlagenen Schutzmittel haben so lebhafte Verhandlungen herbeigeführt, dafs es mir nützlich scheint, die Beobachtungen und Theorien, zu welchen dieses Meteor Veranlassung gegeben, einer unpartheiischen Darstellung zu unterwerfen. Der Leser wird hernach selbst ersehen, was man von dem Gebrauche der Hagelableiter, mit denen gegenwärtig eine so grofse Zahl von Ländereien bedeckt ist, vernünftigerweise erwarten kann.

Beobachtungen über die Gestalt und Gröfse des Hagels, über die ihn begleitenden Umstände u. s. w.

Im südlichen Frankreich, in Italien, Spanien und ähnlich gelegenen Ländern bildet sich der Hagel am häufigsten im Frühling und im Sommer, zu den heifsesten Stunden des Tages. In Europa fällt er fast beständig am Tage. Ich sage *fast:* denn keinesweges fällt er so selten in der Nacht, wie man angegeben hat. Derjenige, welcher im August 1787 die Umgegend des Comer Sees auf eine Erstreckung von 30 Meilen Länge und 20 Meilen Breite verwüstete, fing gerade in der Mitternacht an. Auch könnte ich, und ebenfalls aus Italien, noch den nicht weniger verheerenden Hagel vom August 1778 anführen, welcher um dieselbe Stunde fiel, so wie den vom Juli 1806, welcher erst bei Tagesanbruch begann.

Gewöhnlich geht der Hagel dem Gewitterregen voran; zuweilen begleitet er denselben; aber niemals oder sehr

selten folgt er auf ihn, vor allen wenn dieser Regen etwas anhaltend gewesen ist.

Die Hagelwolken scheinen eine grofse Dicke zu haben, und unterscheiden sich von andern Gewitterwolken durch einen sehr merkwürdigen aschgrauen Farbenton. An den Rändern sind sie vielfach zerzaufst, und auf der Oberfläche zeigen sich hie und da sehr grofse unregelmäfsige Auswüchse, so dafs sie geschwollen zu seyn scheinen.

Diese Wolken schweben gewöhnlich in geringer Höhe. Um diefs einzusehen, erwäge man, dafs der Hagel selten ohne Donner fällt; es ist also die Annahme natürlich, dafs beide Meteore sich in gleichem Abstande von der Erde bilden. Nun verfliefst, bei den mit Hagel begleiteten Gewittern, oft nicht mehr als eine oder zwei Secunden zwischen dem Erscheinen des Blitzes und der Ankunft des Donners, und diefs giebt, nach der bekannten Geschwindigkeit des Schalls, eine Entfernung von 3 bis 700 Meter. Um diefs vollends zu erweisen, mufs noch gesagt werden, dafs man mehr als einmal gesehen hat, wie Wolken, aus denen sich einige Minuten hernach der Hagel in Strömen ergofs, gleich einem dichten Schleier die ganze Ausdehnung eines Thales bedeckten, während die benachbarten Hügel sich eines heiteren Himmels und warmen Wetters erfreuten.

Man braucht den Gang eines atmosphärischen Elektrometers beim Heraufziehen eines Hagelwetters nur einige Augenblicke zu beobachten, um zu finden, dafs die Elektricität sich hiebei sehr oft verändert, nicht blofs hinsichtlich der Stärke, sondern auch hinsichtlich ihrer Natur. Es ist unter diesen Umständen nichts Seltenes, dafs sie 10 bis 12 Mal in einer Minute abwechselnd vom Positiven in's Negative und vom Negativen in's Positive übergeht.

Zuweilen hört man *vor* dem Hagelfall ein Geräusch, ein eigenthümliches Rasseln, das sich am besten mit dem vergleichen läfst, welches beim Ausschütten eines Sacks

voll Nüsse entsteht. Die meisten Meteorologen glauben, dafs die Hagelkörner, durch den Wind getrieben, in den Wolken fortwährend an einander stofsen, und leiten davon das Brausen ab, welches diesem Meteore vorangeht. Andere meinen, dafs die Hagelkörner stark und entgegengesetzt elektrisch sind, und betrachten daher jenes Rasseln als das Resultat von tausend und aber tausendmal wiederholten kleinen elektrischen Entladungen.

Der Hagel nimmt ziemlich verschiedenartige Gestalten an, aber die Körner eines und desselben Schauers zeigen fast ähnliche Formen.

Die Beobachter haben frühzeitig bemerkt, dafs sich in der Mitte der Hagelkörner fast immer ein kleiner Flocken von schwammigem Schnee befindet. Nur dieser, welcher selten fehlt, ist undurchsichtig; die concentrischen Schichten dagegen, von welchen er umgeben ist, haben ganz die Durchsichtigkeit des gewöhnlichen Eises. Es ist also die Annahme erlaubt, dafs, was sehr wichtig ist, der Kern und die Rinde umher bei dem Hagel sich nicht auf gleiche Weise gebildet haben. Zuweilen fallen auch grofse Schlofsen mit einem schneeigen Kern, welche aus concentrischen, abwechselnd durchsichtigen und undurchsichtigen Schichten bestehen.

Der kleine, weiche Hagel, der nur in gewissen Jahreszeiten fällt, und auf der Oberfläche wie mit Mehl bestreut erscheint, führt den Namen Graupelhagel. Er steht zwischen dem eigentlichen Hagel und dem Schnee in der Mitte. Die Graupeln zeigen sich nur bei vorübergehenden und nicht sehr starken Gewittern; sie fallen, wenigstens in den mittäglichen Gegenden, niemals im Sommer.

Es giebt eine dritte Art von Hagel, welche niemals den Schneeflocken in der Mitte zeigt; die Körner desselben sind immer eben so klein, wie die des Graupelhagels, aber sie unterscheiden sich von diesem durch ihre Durchsichtigkeit. Die Physiker haben angenommen, dafs dieser, ganz eigenthümliche Hagel aus Regentropfen erzeugt

werde, die beim Herabfallen aus einer Wolke *gefrieren*, indem sie dabei weiter unten eine andere und merklich kältere Wolke durchschneiden. Die Seltenheit der Umstände, welche eine so abweichende Temperaturvertheilung in den Wolken verschiedener Höhe herbeizuführen vermögen, erklärt, weshalb diese Gattung von Hagel so wenig beobachtet worden ist.

Um den Werth der über die Bildung des Hagels aufgestellten Erklärungen zu entscheiden, ist es durchaus nöthig, dafs man nachsehe, ein wie grofses Gewicht der Hagel allenfalls erreichen könne. In dem folgenden Verzeichnifs habe ich nur die Beobachtungen angeführt, deren Genauigkeit durch einen bekannten Physiker verbürgt ist.

Am 29. April 1697 fielen, nach dem Berichte von Halley, in Flintshire, in Wales, Hagelkörner, die fünf Unzen wogen.

Am 4. Mai desselben Jahrs mafs Robert Taylor zu Hitchin in Hartfordshire Körner, die 14 Zoll im Umfang hatten, also 4 Z. im Durchmesser gehabt haben würden.

Parent, Mitglied der Academie der Wissenschaften, berichtet, dafs am 15. Mai 1703 zu le Perche Hagel von Faustgröfse gefallen sey.

Am 11. Jul. 1753 las Montignot zu Toul Schlofsen auf, die die Form unregelmäfsiger Polyeder und einen Durchmesser von drei Zoll besafsen. Diese grofsen Körner bestanden aus einer Vereinigung von mehreren kleineren, die vor dem Falle auf die Erde zusammengebacken waren.

Bei dem Gewitter, das am 7. Juli 1769 um 6 Uhr Abends mit Westwind über Paris einbrach, sammelte Adanson in der ersten halben Stunde Hagelkörner, welche die Gestalt sechsflächiger, sehr stumpfer Pyramiden von sechs Linien in der Länge und drei in der Breite besafsen. Als hierauf der Wind nach Nord-Ost umsprang, nahmen die Körner die Gestalt von plan-convexen Linsen an, die 9 Lin. im Durchmesser hatten. Sie waren so durch-

sichtig und regelmäfsig gebildet, dafs sie beim Hindurchsehen die Gegenstände ohne Verzerrung vergröfserten.

Bei dem schon erwähnten Gewitter, welches sich über der Stadt Como und deren Umgegend in der Nacht vom 19. und 20. August 1787 entlud, fielen Schlofsen wie Hühnereier. Man sammelte sehr viele, die mehr als neun Unzen wogen. Diese Zahlen habe ich von Volta selbst entlehnt.

Hr. Delcros, Ingenieur-Geograph, berichtet, dafs er oft pyramidale, von der Mitte nach dem Umfange strahlige Schlofsen mit krummflächiger Basis gesehn habe, welche Bruchstücke von sphärischen Hagelmassen zu seyn schienen. Am 4. Juli 1819, bei einem nächtlichen Gewitter, welches einen grofsen Theil des westlichen Frankreichs verwüstete, fand Hr. Delcros zum ersten Male mehrere ganze Schlofsen dieser Art. Man bemerkte in ihnen einen sphärischen, weifsen, etwas matten Kern, der Spuren von concentrischen Schichten zeigte, dann eine Hülle von dichtem Eise, die mit der Mitte zum Umfange strahlig war, und auswendig von zwölf grofsen Pyramiden, zwischen denen kleinere standen, besetzt war. Das Ganze bildete eine sphärische Masse von beinahe neun Centimeter im Durchmesser *).

Ich glaube nicht, dafs jemals irgendwo ein Hagelwetter vorgekommen ist, welches in seinen Wirkungen zerstörender und durch die begleitenden Umstände merkwürdiger gewesen wäre, als dasjenige, von welchem Hr. Tessier im Jahre 1790 eine Beschreibung herausgegeben hat.

Diefs Gewitter begann im südlichen Frankreich frühmorgens am 13. Juli 1788, ging in wenigen Stunden über das ganze Königreich, und erstreckte sich selbst bis nach Holland. Die vom Hagel getroffenen Orte bildeten *zwei parallele*, von Südwest nach Nordost gerichtete Zonen.

*) Eine nähere Beschreibung und Abbildung dieser Hagelmassen findet man im Bd. 68. dieser Annalen. P.

Die eine dieser Zonen besafs eine Länge von 175 Lieues, die andere von ungefähr 200. Die mittlere Breite der westlichen Hagelzone betrug vier Lieues, die der andern nur zwei. Auf den Raum zwischen beiden Zonen, der im Mittel fünf Lieues breit war, fiel kein Hagel, dagegen ein sehr starker Regen. Auch ostwärts von der östlichen, so wie westwärts von der westlichen Hagelzone, regnete es stark. Ueberall ging dem Hagelfall eine dicke Finsternifs voraus, und diese erstreckte sich selbst bis weit von den behagelten Gegenden.

Durch Vergleichung der Zeit, zu welcher es an den verschiedenen Orten gehagelt hatte, fand sich, dafs das Gewitter von Süden nach Norden 16½ Lieues in einer Stunde zurückgelegt haben mufste, und dafs diese Geschwindigkeit in beiden Zonen genau dieselbe gewesen war.

Auf der westlichen Zone hagelte es: in Touraine, bei Loches um 6½ Uhr Morgens, bei Chartres um 7½ Uhr, zu Rambouillet um 8 Uhr, zu Pontoise um 8½ Uhr, zu Clermont in Beauvoisis um 9 Uhr, zu Douai um 11 Uhr, zu Courtray um 12½ Uhr, und zu Vliessingen um 1½ Uhr.

Auf der östlichen Zone erreichte das Gewitter: Artenay, bei Orleans um 7½ Uhr Morgens, Andonville in Beauce um 8 Uhr, die Vorstadt Saint-Antoine von Paris um 8½ Uhr, Crespy in Valois um 9½ Uhr, Câteau-Cambrésis um 11 Uhr, und Utrecht um 2½ Uhr.

An jedem Orte hagelte es nur 7 bis 8 Minuten lang. Die Schlofsen waren nicht alle von gleicher Form; einige waren rund, andere aber länglich und mit Spitzen besetzt. Die gröfsten wogen ein halbes Pfund. Der durch dieses Hagelwetter verursachte Schaden belief sich, allein in Frankreich, wo es in 1039 Kirchspielen gehagelt hatte, nach amtlicher Schätzung, auf 24 962 000 Franken.

Der Physiker, welcher das Phänomen des Hagels erklären will, mufs untersuchen: wie die die ersten Kerne bildende Kälte entsteht, auf welche Weise die Körner wachsen; durch welche Kraft oft ganze Stunden hindurch Eismassen von 3 bis 4 Unzen, ja selbst von einem halben Pfunde an Gewicht, in der Luft schwebend erhalten werden, weshalb die atmosphärische Elektricität so stark ist, und warum sie, wenn Hagelwolken den Himmel bedecken, so oft vom Positiven in's Negative übergeht und umgekehrt. Diefs ist die Reihe von Aufgaben, mit deren Lösung sich der berühmte Volta in seiner Theorie beschäftigt hat, von welcher ich jetzt die Hauptzüge wiederzugeben beabsichtige.

Entstehung der Kerne. Wie gesagt fällt der Hagel gewöhnlich im Sommer und selbst zu den heifsesten Stunden des Tages. Die Wolken, aus denen er hervorbricht, schweben zu dieser Zeit immer weit unterhalb der, nach Klima und Jahreszeit veränderlichen, Höhe, von welcher ab in der Atmosphäre eine unter Null liegende Temperatur herrscht. Damit diese Wolken gefrieren können, müssen sie also einer besonderen Ursache zur Erkaltung unterworfen seyn. Guyton Morveau, Volta und mehrere Andere, haben geglaubt, dafs man diese Ursache in der Verdunstung suchen müsse.

Eine flüssige Schicht kann nicht in Dampfform übergehen, ohne nicht den Körpern umher einen Theil ihrer Wärme zu entziehen, d. h. ohne nicht sie zu erkälten. Je beträchtlicher die Verdampfung, desto gröfser ist auch die durch sie hervorgerufene Kälte.

Die Wolken bestehen aus sehr kleinen hohlen Bläschen, deren Hülle flüssig ist. Die Myriaden dieser Hüllen, welche die Oberfläche einer Wolke bilden, sind in der Mitte des Sommers um die Mittagszeit einer starken Verdunstung ausgesetzt, erstlich, weil die auffallenden Sonnenstrahlen viele Stärke besitzen, und zweitens, weil

weil die Wolken in sehr trocknen Luftschichten schweben. Auch tragen, nach Volta, noch andere Umstände dazu bei, die Verdunstung der Wolken zu verstärken und zu beschleunigen. Nach ihm lassen sich die Dunstbläschen als eine Uebergangsstufe zur Bildung des elastischen Dampfes betrachten, und die Menge des Dampfes dieser Art, welche die Sonnenstrahlen beim Bescheinen einer Wolke entwickeln, wird, für eine gegebene Zeit, immer gröfser seyn, als die, welche eine gleiche Wärmemenge aus einer eigentlich flüssigen Fläche entwickeln würde. Endlich mufs noch hinzugesetzt werden, dafs ohne Zweifel auch die Elektricität hier eine wichtige Rolle spielt, denn alle Wolken sind mit ihr beladen, und wiederholte Versuche haben gezeigt, dafs, unter gleichen Umständen, die Verdampfung einer elektrisirten Flüssigkeit stärker ist, als die einer nicht elektrisirten.

Durch diese Betrachtungen glaubt Volta erklärt zu haben, wie, eine der paradoxesten Erscheinungen in der Meteorologie, mitten im August, zu den heifsesten Stunden des Tages, und zwischen Luftschichten von einer weit höheren Temperatur als Null, die kleinen Eiskerne gebildet werden. Diese Embryonen, welche die Kerne der eigentlichen Hagelkörner werden, entstehen also aus einer starken Verdampfung, hervorgerufen durch die grofse Macht der Sonnenstrahlen, durch die ungemeine Trockenheit der dortigen Luft und durch den starken elektrischen Zustand der Dunstkügelchen.

Ausbildung der Hagelkörner. Nachdem man angenommen hat, dafs die ersten Embryonen des Hagels eine Folge der Kälte seyen, welche die Wolken bei rascher Verdunstung ihrer oberen Schichten in der Sonnenhitze erleiden, so bleibt noch zu finden, wie sie sich vergröfsern.

Bis zum Erscheinen der Abhandlungen von Volta begnügten sich die Physiker mit der Annahme, dafs die Hagelkörner bei ihrem Falle durch die Atmosphäre alle von ihnen berührten Wassertheilchen zum Gefrieren bräch-

ten, und dafs die concentrischen Schichten, welche sie auf diese Weise an sich rissen, hinreichend wären, um ihnen die aufserordentliche Gröfse zu ertheilen, wovon zuvor mehrere Beispiele angeführt wurden. Allein die Gewitterwolken gehen fast immer sehr niedrig, und gewifs braucht der Hagel, der aus ihnen hervorkommt, nicht mehr als eine Minute, um den Boden zu erreichen. Unmöglich läfst sich aber annehmen, dafs der anfängliche Kern, den ich so grofs als ein Weizenkorn annehmen will, in so geringer Zeit sich mit einer solchen Menge von Hüllen bekleide, dafs er das Volumen eines Hühnereies erlangt, wie feucht auch übrigens die Luft seyn möge. Volta hat daher geglaubt, nothwendig annehmen zu müssen, dafs der schon gebildete Hagel noch in dem Raume schwebend bleibe, und nicht blofs fünf, zehn oder funfzehn Minuten, sondern selbst ganze Stunden hindurch. Und darin besteht der neueste und sinnreichste Theil seiner Theorie. Er gestand übrigens selbst, dafs er durch einen, in den älteren französischen Lehrbüchern der Physik unter dem Namen *danse des pantins*, beschriebenen Versuch auf dieselbe geleitet sey. Dieser Versuch ist folgender.

Zwei Metallscheiben werden horizontal über einander angebracht. Die obere hängt mittelst eines Hakens am Conductor einer Elektrisirmaschine, die untere dagegen steht mit dem Boden in Berührung, entweder unmittelbar oder mittelst einer Kette. Auf dieser Scheibe liegt eine gewisse Anzahl Hollundermark-Kügelchen. Sobald man nun die Scheibe der Maschine dreht, sieht man alle Kugeln von der untern Platte gegen die obere springen, schnell wieder herabfallen, um bald abermals wieder zu steigen. Die Bewegung dauert so lange, als die obere Platte merklich elektrisirt bleibt. Die Ursache dieser Oscillationen ist leicht zu entdecken.

Sobald der Conductor der Maschine geladen ist, theilt sich seine Elektricität mittelst des Hakens der oberen

Scheibe mit. Jeder elektrisirte Körper zieht bekanntlich die nicht elektrisirten Körper an. Die leichten Hollunderkügelchen befinden sich im letzteren Fall; sie müssen also, wenn die obere Scheibe stark genug elektrisirt ist, von derselben gehoben werden und sie berühren. Sobald die Berührung geschehen ist, theilt die Scheibe einen Theil ihrer Elektricität den Kügelchen mit. Weil aber zwei gleichnamig elektrisirte Körper sich abstofsen, so bleiben die Kügelchen nur einen Augenblick an der obern Scheibe hangen, und vermöge der Repulsion dieser Scheibe und ihres eigenen Gewichtes fallen sie bald wieder hinab. Bei Ankunft auf der untern Scheibe entladen sie sich der Elektricität, welche sie am Ende der aufsteigenden Oscillation erlangt hatten, und da sie hiedurch in den anfänglichen Zustand zurückgehen, so müssen auch alle früheren Erscheinungen von neuem auftreten.

Die oscillatorische Bewegung der Kügelchen findet gleichfalls statt, wenn die untere Scheibe, statt mit dem Boden in Verbindung zu stehen, ebenfalls und zwar ungleichnamig mit der oberen Scheibe elektrisirt ist. Sie scheint selbst rascher zu seyn, erstlich, weil bei der aufsteigenden Bewegung des elektrisirte Kügelchens die Repulsion der untern Scheibe, die dasselbe verläfst, der Attraction der oberen Scheibe zu Hülfe kommt, und dann auch, weil diese mehr Intensität besitzt.

Wenn man sehr leichte Körper, wie z. B. Flocken von Seide oder Baumwolle, Federn, Goldblättchen, Hollundermark-Kügelchen u. s. w., auf eine isolirte Metallscheibe legt, und dieser hierauf eine starke Elektricität mittheilt, so steigen sogleich alle diese Körper in die Luft bis zu einer gewissen Höhe, und bleiben darin gleichsam schwebend, machen aber dabei merkliche Oscillationen.

Denken wir uns statt der Scheiben bei diesen drei Versuchen jene schwarzen Gewitterwolken, deren ungeheure elektrische Ladung durch die Heftigkeit der unaufhörlich zu allen ihren Punkten herausfahrenden Blitze

hinlänglich beurkundet wird, so kann die Annahme nicht befremden, dafs die Hagelkörner, diesem mächtigen Einflusse unterworfen, genau alle die Erscheinungen darbieten werden, welche uns die Hollunderkügelchen gezeigt haben.

Ist nun eine elektrisirte Wolke da, so wird sie die Hagelkörner in einem gewissen Abstande von ihrer Oberfläche erhalten; sind deren zwei vorhanden, von denen die obere elektrisirt, die untere aber neutral ist, so werden die Hagelkörner zwischen beiden in eine Oscillationsbewegung gerathen, die nicht eher aufhört, als bis das allmählig zunehmende Gewicht der Körner deren Fall herbeiführt. Dieselbe Oscillationsbewegung erhalten die Hagelkörner gleichfalls, aber rascher, wenn sie sich zwischen zwei ungleichnamig elektrisirten Wolken befinden. Diese letzte Art, die Hagelkörner schwebend zu erhalten, ist, nach Volta, diejenige, welche die Natur anwendet. Dadurch, dafs die Schneeembryonen zwischen zwei ungleichnamig elektrisirten Wolken oscilliren, erhalten sie die erste Hülle von durchsichtigem Eis, und hält diese Bewegung lange Zeit an, so legen sich diese Schichten in solcher Zahl an, dafs die Körner jene aufserordentliche Gröfse erhalten, welche so oft den Landmann zur Verzweiflung gebracht hat.

Die Annahme des gleichzeitigen Daseyns zweier Wolkenschichten in verschiedener Höhe, kann keine Schwierigkeit gegen diese Theorie erheben; denn man sieht wirklich oft dergleichen Wolken, von Winden getrieben, sich nach verschiedenen und selbst nach entgegengesetzten Richtungen bewegen. Andere, nicht weniger merkwürdige Erscheinungen deuten ebenfalls nicht selten auf die Gegenwart mehrerer Wolkenschichten. Wer z. B. hat nicht schon, bei der Bildung eines Gewitters, die kleinen isolirten Wolken von graulicher Farbe gesehen, die, bald unbeweglich, bald anscheinend sehr bewegt, sich unter den weit gröfseren und ganz anders gefärbten Wolken. aufhalten Man darf auch eben so wenig zweifeln, dafs in

einer Masse von Gewitterwolken mehrere vorhanden sind, die entgegengesetzte Elektricitäten besitzen; denn mit Hülfe eines atmosphärischen Elektrometers hat Volta selbst, innerhalb einer einzigen Minute, einen vierzehnmaligen Wechsel vom Positiven in's Negative, und umgekehrt, beobachtet. Der berühmte Physiker Italiens hat sich indeſs hiemit nicht begnügt; nachdem er die Data der Beobachtungen gesammelt, hat er noch zu zeigen gesucht, wie die verschiedenen Wolkenschichten entstehen, und wie sie in die entgegengesetzt elektrischen Zustände gerathen. Seine Erklärung ist folgende.

Wenn die Sonnenstrahlen auf eine schon gebildete Wolke fallen, so erzeugen sie auf Kosten ihrer Oberfläche, wie schon gesagt, eine groſse Menge elastischen Dampfs. Diese Dämpfe sättigen zuvor die ursprünglich sehr trockne Luft, von welcher die Wolke umgeben ist; hierauf treffen sie, bei ihrer aufsteigenden Bewegung, früh oder spät auf eine Luftschicht, die so kalt ist, daſs sie auf den Zustand von Bläschendunst zurückgeführt, d. h. in eine neue Wolke verwandelt werden, die der ersten ähnlich oder nur durch die Natur ihrer Elektricität von ihr verschieden ist. Von den beiden Wolken wird die höhere, die durch Condensation entstanden ist, positive Elektricität besitzen; denn diese Elektricität wird, bei Versuchen, beständig bei der Verdichtung von Dämpfen gebildet. Die andere muſs ursprünglich ebenfalls stark positiv seyn; aber die Verdampfung hat diesen Zustand geändert, denn da die entstehenden Dämpfe immer positiv elektrisirt sind, so lassen sie deshalb den Körper, aus welchem sie sich entwickeln, mit einer gewissen Menge negativer Elektricität beladen zurück. Diese Menge wird der ursprünglichen positiven Elektricität der Wolken gleich, oder gröſser oder kleiner als sie seyn. Im ersten Falle befindet sich die Wolke, nachdem sie die Verdampfung erlitten hat, im neutralen Zustande; im zweiten wird sie negativ, und im dritten endlich wird die Elektricität ihre Natur nicht

verändern, sondern positiv bleiben und nur an Intensität abnehmen.

Diefs sind die Grundzüge der berühmten Hageltheorie von Volta. Die Verdampfung einer ursprünglich, durch eine andere Ursache gebildete Wolke, bewirkt die Gefrierung eines Theils der Wasserpartikel, aus welchen sie besteht, und versetzt sie oft in einen negativ elektrischen Zustand. Die aus dieser Verdampfung hervorgehenden elastischen Dämpfe steigen empor, begegnen kälteren Schichten, und werden dadurch wieder zu einer Wolke, und zwar zu einer positiven. Zwischen diesen beiden, mehr oder weniger von einander entfernten Wolkenschichten oscilliren nun die ersten Hagelembryonen, und bekleiden sich dabei allmählig mit Hüllen von dichtem, klarem Eise, bis zu dem Augenblick, wo ihr Gewicht die elektrischen Kräfte überwältigt, welche sie bis dahin schwebend gehalten hatten.

II. Von den Hagelableitern.

Die Gründe, auf welche die Vertheidiger der Hagelableiter sich stützen, sind sämmtich aus der Theorie entnommen, deren Hauptzüge ich so eben nach Volta aus einander gesetzt habe. Es mufs aber bemerkt werden, dafs diese Theorie, so sinnreich sie auch scheinen mag, doch nicht den allgemeinen Beifall der Physiker erlangt hat, dafs sie selbst in Italien von den Schülern ihres berühmten Verfassers, unter andern von Hrn. Bellani, bestritten worden ist, und dafs mehrere ihr gemachte Einwürfe unauflöslich scheinen. Diese Einwürfe hier anzugeben, wird ein Schritt zu dem Ziele seyn, welches zu erreichen ich mir in diesem Aufsatze vorgenommen habe.

Die erste Gefrierung der Wolken erfolgt, wie Volta sagt, aus der Verdampfung, welche die obere Fläche derselben unter der Wirkung der Sonnenstrahlen erleidet. Wäre diese Verdampfung derjenigen analog, welche der Wind auf der Erde hervorruft, so würde ein gewisser

Grad von Kälte eine nothwendige Folge derselben seyn. Es liegt aber etwas sehr Schwieriges in der Annahme, dafs das Sonnenlicht oder sonst eine wärmende Ursache die Verdampfung einer Flüssigkeit beschleunige, ohne diese zu erwärmen. Die Erwärmung eines Körpers kann niemals zugleich ein Mittel zu seiner Erkältung abgeben, auf welche Weise man auch die Verdampfung vermittele. Der Versuch, durch welchen man in mehreren neueren Lehrbüchern der Physik gesucht hat die Ideen von Volta zu unterstützen, ist nicht genau. Freilich ist es wahr, dafs, wenn man zwei durchaus gleiche Thermometer mit feuchter Leinwand umgiebt, und sie, das eine im Schatten, das andere im Sonnenschein, der freien Luft aussetzt, bei dem letzteren eine weit raschere Verdampfung wahrgenommen wird; allein diese ist keinesweges, wie man angegeben hat, von einer Erkaltung begleitet, vielmehr zeigt die Bewegung der Quecksilbersäule eine merkliche Zunahme der Temperatur.

Durch die Voraussetzung, dafs die ersten Hagelkeime nicht ohne die Wirkung der Sonnenstrahlen gebildet werden könnten, sahe Volta sich genöthigt zuzugeben, dafs ein Hagelkorn, welches z. B. um 3 oder 4 Uhr Morgens gefallen sey, zum wenigsten 10 bis 12 Stunden lang zwischen zwei ungleichnamig elektrisirten Wolkenschichten oscillirt habe. Ich könnte hier zeigen, bis zu welchem Punkte diese Folgerung unzulässig ist, und brauchte dazu nur die Bemerkung zu machen, dafs die elektrischen Entladungen, welche von Wolke zu Wolke geschehen, während einer so langen Zeit unzählige Mal den zur Suspension des Hagels nöthigen Gleichgewichtszustand geändert haben würden; allein ich finde, mit Hrn. Bellani, einen weit directeren Beweis von der Unzulänglichkeit der Theorie in einem Gewitter, welches im Juli 1806 *vor Sonnenaufgang anfing*, und eine ungeheure Masse Hagels fallen liefs; wozu auch noch noch gesagt werden mufs, dafs Hr. Bellani *am Abend vorher* nicht die geringste Spur

eines Gewitters am ganzen sichtbaren Horizont entdecken konnte.

Die Theorie ist also in ihrer Grundlage unrichtig. Die Schneekerne der Hagelkörner entstehen nicht durch eine von den Sonnenstrahlen erregte Verdunstung der Wolken.

Nehmen wir indessen an, die Hagelembryonen seyen auf irgend eine Weise gebildet da, und sehen nun, ob sie sich auf solche Art vergröfsern, wie Volta es sich dachte.

Der Versuch mit dem *danse des pantins*, auf welchen dieser berühmte Physiker oft zurückkommt, liefert mehr scheinbare als wahrhafte Gründe. Die elektrisirten Metallscheiben, zwischen welchen die Hollundermark-Kügelchen tanzen, können sich weder verschieben noch zertheilen. Die Theilchen dagegen, aus denen die Wolken bestehen, besitzen sowohl als Ganzes, wie einzeln genommen, eine ungemeine Beweglichkeit. Drängt sich also nicht hier die Frage auf: wie sie allein unbeweglich bleiben und den elektrischen Kräften ausweichen können, welche einer so grofsen Menge von dazwischen befindlichen Hagelkörnern eine oscillatorische Bewegung mittheilen sollen? Müssen nicht vielmehr diese Kräfte eine schleunige Vereinigung der beiden Wolkenschichten zu einer einzigen Masse herbeiführen?

Ueberdiefs erfordert der eben genannte Versuch dafs von den beiden elektrisirten Platten zum wenigstens die eine starr sey; denn, wenn man, wie Hr. Bellani gethan, statt der unteren Metallscheibe eine Schale mit Wasser nimmt, so findet der Tanz nicht mehr statt. Die Kügelchen dringen am Ende ihrer ersten niedersteigenden Oscillation ein wenig in die Flüssigkeit ein und erheben sich dann nicht mehr. Die Wolken würden offenbar dieselbe Erscheinung zeigen; sie würden die Hagelkörner nicht mehr abstofsen, nachdem sie von diesen *berührt* worden wären. Nachdem in Folge der erlangten Geschwindig-

keit, des Stofses anderer Hagelkörner u. s. w. eine Eindringung in die Bläschenmasse stattgefunden hätte, würde alle Repulsion aufhören. Die Hagelkörner, welche auf diese Art zufällig in die untere Wolkenschicht einsänken, würden von Zeit zu Zeit, einer nach dem andern, ganzer Stunden lang auf die Erde fallen, während dagegen in Wirklichkeit der Hagelfall plötzlich eintritt und niemals lange anhält.

Müfste man sich nicht wundern, dafs die von Volta den Hagelkörnern beigelegte Oscillationsbewegung, fände sie wirklich statt, noch von Niemanden bis jetzt beobachtet worden ist. Und doch hätten Reisende sich schon manchmal in der Höhe des Zwischenraums befinden müssen, wo diese Bewegung statt finden sollte. Ueberdiefs müfsten die Hagelkörner durch ihre aufsteigende Oscillation oft nach Orte geführt werden, welche sie beim Herabfallen nie erreichen konnten; man würde sie z. B. unter den Dächern der Hütten, unter hervorragenden Felsen finden müssen; aber keine Beobachtung hat bis jetzt die Aufmerksamkeit der Physiker auf diesen Gegenstand hingelenkt.

Unter den Folgerungen, welche sich aus der Volta'schen Theorie, wenn man sie als gegründet ansieht, herleiten lassen, hat Hr. Bellani eine nachgewiesen, die mir hier Erwähnung zu verdienen scheint, wenn auch nur ihrer Sonderbarkeit wegen. Wenn nämlich die über einander schwebenden Gewitterwolken eine solche Anziehungskraft besäfsen, dafs sie Eismassen von 8 bis 10 Unzen ganze Stunden hindurch in Oscillation erhalten könnten, so müfste es sich oft und selbst bei ruhigem Wetter ereignen, dafs die elektrische Action, welche zwischen einer dieser Wolken und der Erde statt findet, Staub, Sand und Steine emporhöbe, die Luft zum Athmen untauglich machte, und die Felder noch furchtbarer als selbst der Hagel verwüstete.

Ich müfste mich sehr irren, wenn alle diese Bemer-

kungen nicht *bewiesen*, dafs eine genügende Erklärung des Hagelphänomens noch fehlt. Worauf stützen sich aber diejenigen, welche den Gebrauch der Hagelableiter so sehr angepriesen haben? Gerade auf dieselbe Theorie, deren Unzulänglichkeit ich so eben gezeigt habe. Und ginge man der Volta'schen Theorie bis zu ihren letzten Folgerungen nach, würde man nicht finden, dafs die Hagelableiter eher schädlich als nützlich seyen?

Könnten nicht, wenn ein im Gebirge entstandenes Gewitter durch Winde in die Ebene geführt wird, gerade durch die Hagelableiter und über denselben, wenn sie wirksam wären, beträchtliche Aenderungen in der Intensität der elektrischen Kräfte entstehen, und diese dadurch unfähig werden, die Hagelkörner wie bisher durch Mittheilung aufsteigender Oscillationen in der Atmosphäre schwebend zu erhalten? Müfste der Hagel nicht vorzugsweise auf diese Ableiter fallen? Doch diese Betrachtungen haben keinen Eingang gefunden. Die Weinberge bei uns, in Savoyen, im Kanton Wallis, in einem Theil von Italien, ja selbst die Gärten innerhalb Paris, bedekken sich mit einer Menge hoher Stangen, die man mit grofsen Kosten errichten läfst. Die Klügeren setzen eine Kupferspitze auf die Stange, und verbinden sie durch einen Metalldraht mit dem feuchten Boden; andere behalten zwar die Spitze bei, lassen aber den Conductor fort; noch andere wenden, der Ersparung halber, die Stange ohne weiteres an. Ungeachtet dieser wesentlichen Verschiedenheiten hilft der Apparat überall gleich gut; niemals, behauptet man, sey ein Feld, mit diesem Schutzmittel bewaffnet, vom Hagel getroffen. Umsonst sagt man den Anhängern der unarmirten Stangen, dafs ein Baum, weil er höher als die Stange, auch viel wirksamer als sie seyn müsse, und dafs es dennoch auf die waldigsten Gegenden hagele; vergebens macht man den andern bemerklich, dafs eine Kupferspitze der Stange keine besondere Eigenschaft ertheile, sobald sie nicht durch einen

Metalldraht mit dem feuchten Boden verbunden sey; fruchtlos wendet man sich an die, welche den Apparat mit mehr Sorgfalt errichten, und setzt ihnen aus einander, dafs an der Wirksamkeit der Hagelableiter nur dann zu glauben sey, wenn sie grofse Landstriche bedeckten, und dafs es abgeschmackt sey, einen einzigen Weinberg durch einige Stangen schützen zu wollen, wenn sich in den benachbarten keine befinden, dafs es ferner oft in Städten hagele, mitten zwischen Blitzableitern und sogar auf dieselben. Alle diese Gründe werden nicht beachtet: man glaubt dennoch was man gerne wünscht.

Neuerlich sind sogar einige Agricultur-Gesellschaften aufgetreten, und haben verlangt, dafs man gleichzeitig in einer grofsen Anzahl an einander stofsender Gemeinden Versuche mit Hagelableitern anstellen solle. Die Regierung hat diesen Wunsch nicht genehmigt. Denn die Hoffnungen, welche man sich, gestützt auf einige wenige wissenschaftliche Data, auf einen glücklichen Erfolg zu machen geglaubt hat, sind zu schwach befunden worden, um die Kosten der Errichtung solcher Apparate zu rechtfertigen. Wenn übrigens Versuche dieser Art beweisend seyn sollen, müfsten sie viele Jahre hindurch fortgesetzt werden, und zwar ohne Vorurtheil. Allein die meisten der Personen, welche sich mit dieser Frage beschäftigt haben, sind gewifs nicht vorurtheilsfrei. Man könnte einen Kanton anführen, wo der Landmann nur dann zu gestehen wagt, dafs der Hagel trotz der Ableiter seine Ernte zerstört hat, wenn er gewifs ist nicht genannt zu werden. Ein so abgeschmacktes Vorurtheil kann nicht von langer Dauer seyn. Wenn es zerstreut ist, und die Thatsachen für und wider die Hagelableiter sorgfältig gesammelt sind, wird die Wissenschaft der Meteorologie vielleicht einigen Nutzen aus den jetzt unternommenen kostspieligen Versuchen ziehen. Was aber die Landleute betrifft, so kann ihnen diese Frage fast gleichgültig seyn, denn sie finden in den Assecuranzen ein weit zuverlässigeres und

minder kostspieliges Verwahrungsmittel gegen Hagelschaden, als in einer Menge von Stangen auf ihren Feldern. Die Agriculturgesellschaften würden sich gewifs ein neues Recht auf das Vertrauen des Publicums erwerben, wenn sie jene so nützliche Anstalten begünstigten; sie verfehlen dagegen ihren Zweck, wenn sie Schutzmittel anpreisen, deren Wirksamkeit bis jetzt durch keine einzige authentische Erfahrung bewiesen worden ist *).

*) Da die Hagelableiter bis jetzt in unsern Gegenden keinen Eingang gefunden haben, hoffentlich auch nicht finden werden, so hätte hier vielleicht der Schlufs dieser Abhandlung ohne Schaden übergangen werden können. Er ist indefs mit geringen Modificationen beibehalten, in der Voraussetzung, dafs es dennoch den Lesern interessant seyn werde, das Urtheil eines Physikers, wie Hrn. Arago, über diesen Gegenstand zu erfahren. Wie viel Aufsehen übrigens die Hagelableiter in Frankreich, dem nördlichen Italien und der Schweiz erregt haben, und welche mannigfaltige Reibungen durch sie veranlafst sind, davon zeugen theils die Menge der hierüber erschienenen Broschüren, theils die lebhaften Discussionen in der Pariser Academie, bei Gelegenheit ihrer Begutachtung mehrer aus den Provinzen an sie gesandten Aufsätze. Da mir indefs die Mittheilung dieser Verhandlungen und Schriften von keinem besondern Nutzen für das deutsche Publicum zu seyn scheint, so bemerke ich nur für diejenigen, welche dieser Gegenstand speciell interessiren sollte, dafs sich das Wesentlichste hierüber in einem Aufsatze in der *Bibliothèque universelle, T. XXXIII. p.* 45., so wie in dem *Bulletin universel, T. VI. p.* 135., *T. VII. p.* 57. und 250., befindet. Als die beste der bisher erschienenen Schriften wird die von den HH. *Saint-Martin et Lacoste* genannt: *Rapport à Mr. le Chev. Pullini de St. Antonin, Intendant général de la Savoye, sur l'essai de paragrêlage qu'il a fait exécuter dans les environs de Chambéry. Chambéry* 1825. Dafs übrigens die Hagelableiter zuerst von Hrn. Gueneau de Montbéliard im J. 1776 anempfohlen (man sehe Gilb. Ann. Bd. 24. S. 252.), und in neuerer Zeit von Hrn. Lapostolle durch seinen: *Traité de parafoudres et de paragrêles en cordes de paille etc. etc. Amiens* 1820. (welchem abgeschmackten Werke seitdem noch 4 Supplemente gefolgt sind) hauptsächlich wieder in Aufnahme gebracht sind, dürfte in geschichtlicher Hinsicht vielleicht bemerkenswerth seyn. *P.*

XV. *Neue Beobachtungen über die Temperatur im Innern der Erde.*

Die Beobachtungen, welche man in neuerer Zeit an sehr verschiedenen Orten über die Temperatur in Bergwerken angestellt hat, und durch die man wiederum auf die Annahme einer dem Erdkörper eigenthümlichen, mit der Tiefe zunehmenden Wärme geführt ist, sind den Lesern durch mehrere Aufsätze im Bd. 76. S. 390. dieser Annalen ausführlich mitgetheilt worden. Seitdem ist über diesen Gegenstand eine Abhandlung von Hrn. Cordier erschienen (*Mém. de l'acad. royal de scienc. de Paris, T. VII. p.* 473.), welche, aufser einer Zusammenstellung und Beurtheilung der früheren Beobachtungen, einige neue, von dem Verfasser beobachtete Thatsachen enthält, die, wenn gleich sie auch unsere Kenntnisse in diesem Felde nicht wesentlich erweitern, doch zur Bestätigung der bisherigen Erfahrungen einen schätzbaren Beitrag liefern, und deshalb hier noch nachgetragen zu werden verdienen.

Die Beobachtungsorte des Hrn. Cordier waren drei, sehr weit von einander gelegene Steinkohlengruben in Frankreich, nämlich: 1) die Grube zu *Carmeaux* im Departement Tarn, 13 Kilometer nördlich von Alby und etwa 250 Meter über dem Meere, 2) die Grube zu *Decise*, 13 Kilometer nördlich von der Stadt gleiches Namens und von den Ufern der Loire, im Departement Nièvre, etwa 150 Meter über dem Meere, und 3) die Grube von *Littry*, 12 Kilometer west-süd-westlich von Bayeux, im Departement Calvados, deren Eingang ungefähr 60 Meter über dem Meere liegt.

Da die mittlere Temperatur der Luft ein wesentliches Element bei diesen Untersuchungen ist, und sie für

die genannten Orte nicht genau bekannt war, so maſs Hr. C., um wenigstens einen genäherten Werth für dieselbe zu erhalten, an den beiden ersten Orten die Temperatur des Wassers einiger dortigen Brunnen; für Littry dagegen berechnete er sie aus den Angaben von Cotte, welcher dieselbe für Rouen auf 10°,8, für l'Aigle auf 10°,5, für Mayenne auf 11°,1 und für St. Malo auf 12°,5 festgesetzt hat, zu 11°,0, welches Resultat er jedoch für ein wenig zu hoch hält.

Bei den Beobachtungen in den Gruben wurden die Thermometer in die Steinkohlenmasse selbst gesenkt, wozu kurz zuvor eigens Bohrlöcher von der nöthigen Tiefe gebohrt worden waren. Da in den Gruben die Luft meistentheils wärmer, als das Gestein war, so bohrte man die Löcher etwas schräg, von oben nach unten, um so zu verhindern, daſs die in ihnen auf die Temperatur der Steinkohlenmasse herabgesunkene Luft nicht herausflieſse und durch wärmere wieder ersetzt werde. Die gebrauchten Thermometer waren zuvor mit denen auf der Pariser Sternwarte befindlichen verglichen worden, und um ihnen einen trägen Gang zu geben, wurden ihre Kugeln mit mehreren Lagen von Seidenpapier umwickelt und überbunden. Nachdem sie einige Zeit in frisch abgeschlagenem Kohlengerölle gestanden hatten, um näherungsweise die Temperatur der festen Masse anzunehmen, wurden sie in die Bohrlöcher gesteckt, und nach Verlauf von einer Stunde wieder herausgezogen und beobachtet.

Auf diese Weise wurden nun folgende Resultate erhalten:

	Versuch. No.	Tiefe d. Stationen Meter.	Temperatur.
Carmeaux			
Wasser im Brunnen bei der Grube Ravin	1	6,2	12°,9 C.
Gestein am Boden derselben Grube	2	181,9	17,1
Wasser im Brunnen bei der Grube Castillan	3	11,5	13,15
Gestein am Boden derselben Grube	4	192	19,15
Decise.			
Wasser zweier Brunnen dicht bei der Grube Jacobé	1	8,8	11,4
	2	16,9	11,67
Gestein in der Grube: obere Station	3	107	17,78
untere Station	4	171	22,1
Littry.			
Im Freien auf der Oberfläche . .	1	0	11
Gestein in der Grube St. Charles Station *a.*	2	99	16
Station *b.*	3	99	16,27
Mittel aus beiden	4	99	16,135

Für die Tiefe, welche einer Wärmezunahme von 1° C. entspricht, ergeben sich hieraus folgende Werthe:

bei Carmeaux:	No. 1. verglichen mit	No. 2.	41^{m},83
	- 1. - - - -	- 4.	28,15
	- 3. - - - -	- 2.	43,14
	- 3. - - - -	- 4.	28,42
bei Littry:	No. 1. - - -	No. 4.	19,28
bei Decise:	No. 1. - - -	No. 3.	15,52
	- 2. - - - -	- 3.	15
	- 1. - - - -	- 4.	15,16
	- 2. - - - -	- 4.	14,92
	- 3. - - - -	- 4.	14,81

Die beiden Gruben zu Carmeaux liegen, nach Hrn. C., nur eine halbe Lieue aus einander; um so überraschender mufs es seyn, dafs die Tiefe, welche der Wärmezunahme von einem Grade entspricht, so sehr verschie-

den in denselben ist. Die Erscheinung ist jedoch, nach Hrn. C., eine blofs locale, und ihre Ursache mufs theils in der geringen Mächtigkeit der Steinkohlenmasse, theils in dem ungleichen Leitvermögen der verticalen Schichten des Urgebirges unter dem Beobachtungsorte gesucht werden. Die Gruben von Ravin, sagt Hr. Cordier, liegen in der Streichungslinie seines sehr mächtigen Kupfererzganges, der sich $\frac{3}{4}$ Lieue von dort, nach der Seite von Rosières, zeigt, wo man ihn auf eine Länge von mehr als 500 Met. zwischen Talkgestein verfolgen kann. Wenn nun diese metallführende Zone, fährt derselbe fort, sich bis unter die Gruben von Ravin hinzieht, wie es wahrscheinlich ist, so folgt, dafs ihr Leitvermögen, welches gröfser ist als das des umgebenden Gesteins, einen bedeutenden Einflufs auf die unterirdische Temperatur der genannten Orte haben mufs.

Uebrigens zieht Hr. Cordier aus seinen Beobachtungen folgende allgemeine Schlüsse.

1) Meine Beobachtungen bestätigen vollkommen das Daseyn einer innern Wärme, welche der Erde eigenthümlich ist, nicht von den Sonnenstrahlen herrührt, und schnell mit der Tiefe zunimmt.

2) Die Zunahme der unterirdischen Wärme mit der Tiefe folgt nicht überall demselben Gesetze; sie kann in einem Lande doppelt und sogar dreimal so grofs wie in einem andern seyn.

3) Diese Unterschiede stehen in keinem constanten Verhältnisse zur geographischen Breite oder Länge.

4) Endlich ist die Zunahme gewifs rascher als man geglaubt hat; sie kann in gewissen Ländern einen Grad für 15, ja selbst für 13 Meter betragen; vor der Hand kann man aber für einen Grad wenigstens 25 Met. annehmen.

In Bezug auf die Erklärung, welche Hr. Cordier von der relativ höheren Temperatur in der Grube Ravin

auf-

aufstellt, verdient wohl noch eine merkwürdige, vor mehreren Jahren von Hrn. Fox in einer cornwaller Grube angestellte Beobachtung in Erinnerung gebracht zu werden, da sie direct beweist, dafs die Temperatur der Metallgänge, als des besseren Wärmeleiter, höher ist als die des umgebenden Gesteins.

In einem Briefe, den Hr. Arago in die *Ann. de chim. et de phys. T. XVI. p.* 80. eingerückt hat, sagt Hr. Fox nämlich: als man das Thermometer in die Metalladern versenkte, zeigte es im Allgemeinen eine um 1 bis 2°,8 C. höhere Temperatur, als wenn es in ein Loch im Gestein, besonders im Granit, gesteckt wurde. Die Zinnadern sind gewöhnlich ein wenig kälter als die Kupferadern.

Hr. Arago legt mit Recht viel Gewicht auf diese Beobachtung, und bemerkt, dafs diese Erscheinung bei weiterer Verfolgung nicht blofs dazu dienen könne, das Daseyn der höheren Temperatur im Innern der Gebirgsarten und Metalladern zu erweisen, sondern auch, dafs sie einen neuen Einwurf abgeben gegen die von einigen Physikern aufgestellte Hypothese, als sey die höhere Temperatur in den Minen eine Folge der chemischen Einwirkung der Luft auf die Substanzen, besonders auf den Schwefelkies an den Wänden der Strecken.

Um zu zeigen, dafs die genannte Beobachtung auf eine höhere Wärmequelle in der Tiefe deute, fügt er die beiden folgenden Sätze aus Hrn. Fourier's *Théorie de la chaleur* hinzu.

I. Gesetzt es sey eine solide homogene Masse zwischen zwei parallelen Ebenen von unbegränzter Ausdehnung eingeschlossen, und eine dieser Ebenen, welche der Wirkung einer constanten Wärmequelle ausgesetzt ist, werde in der constanten Temperatur b erhalten, während die andere Ebene, welche die Masse begränzt, mit der atmosphärischen Luft in Berührung steht, die eine feste Temperatur a, geringer als b, besitzt. Nimmt man an,

dafs die Masse seit sehr langer Zeit diesen ungleichen, aber constanten äufsern Ursachen ausgesetzt gewesen ist, so wird die mit der Luft in Berührung stehende Fläche eine feste Temperatur α annehmen, die geringer als b und gröfser als a ist. Der Werth von α ist durch folgende Gleichung gegeben:

$$\alpha - a = \frac{b - a}{1 + e\frac{h}{k}}$$

Mit e ist die Dicke der Masse oder der Abstand zwischen den beiden äufseren Flächen bezeichnet; k und h sind specifische, d. h. der Substanz des Solidums eigenthümliche Coëfficienten. Der erstere k mifst die Leichtigkeit, mit welcher die Wärme in dieser Substanz von Theilchen zu Theilchen übergeht. Der Coëfficient h dagegen, mifst die Leichtigkeit, mit welcher die Wärme aus der Oberfläche entweicht, und begreift sowohl die von der Strahlung als auch die von der Berührung mit der Luft herrührende Erkaltung.

Wenn der Coëfficient h bei verschiedenen Substanzen gleich oder wenig verschieden ist, und wenn die Temperaturen b und a, und die Tiefe e dieselben sind, so wird die Differenz $\alpha - a$ um so gröfser seyn, je gröfser das Leitvermögen k ist.

II. Man nehme an, es sey eine solide homogene Masse durch eine unendliche Ebene begränzt, und die Dicke der Masse unterhalb dieser Ebene sehr grofs. Ferner mögen alle Punkte der Masse zu Anfange eine gemeinschaftliche Temperatur b besitzen, und die Luft, welche die Begränzungsebene berührt, habe die Temperatur Null. Die Initial-Temperatur b wird langsam abnehmen, in dem Maafse als die Wärme in die Luft entweicht. Nach Ablauf einer gegebenen, mit t bezeichneten Zeit wird die Temperatur a der Oberfläche einen gewissen Werth besitzen, ausgedrückt in Function von t, und den specifischen Coëfficienten h und k, welche die

Bewegung der Wärme in der Substanz der starren Masse bedingen. Es fragt sich nun, wie die abnehmende Temperatur a von dem Leitvermögen dieser starren Masse abhange.

Die Aufgabe, welche die Bestimmung der variablen Temperatur irgend eines Punktes der Masse zum Endzweck hat, ist nicht elementar, wie die vorhergehende. Sie erfordert eine besondere Analyse, von welcher das Folgende eins der Resultate ist:

$$a = \frac{b e^{R^2}}{\frac{1}{2}\sqrt{\omega}} \cdot \int_R^\infty dr e^{-r^2} \quad . \; . \; . \; . \quad (2)$$

Diefs Integral mufs von $r = R$ bis $r = \frac{1}{0}$ genommen werden; der Werth von R ist

$$\frac{h\sqrt{t}}{\sqrt{kCD}}.$$

h bezeichnet das Leitvermögen der der Luft ausgesetzten Oberfläche, k das innere Leitvermögen der Masse, b die Initial-Temperatur aller Punkte der Masse, C die Wärmecapacität, auf Gewicht bezogen, D die Dichte, t die verflossene Zeit, und a die variable Temperatur der Oberfläche.

In dem Werke von Kramp: *Analyse des réfractions astronomiques etc.* findet man Tafeln, welche das Integral der Gleichung (2) enthalten. Diese Gröfsen $e^{-r^2}, \int dr e^{-r^2}$ sind sehr merkwürdige Functionen; sie gehören gemeinschaftlich sowohl dem analytischen Ausdruck für die Bewegung der Wärme, als den für die Bewegung des Lichtes an, so wie allen Hauptaufgaben in der Wahrscheinlichkeitsrechnung.

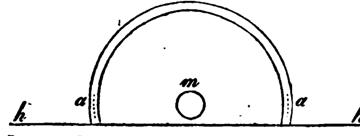
Wenn die Zeit t einen etwas grofsen Werth erlangt hat, so wird die Temperatur a ohne merklichen Fehler durch die sehr einfache Gleichung

$$a = \frac{b}{\sqrt{\omega}} \cdot \frac{\sqrt{kCD}}{h\sqrt{t}}$$

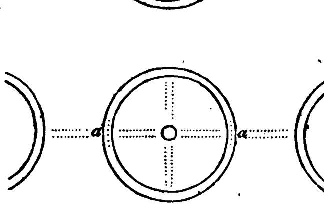
ausgedrückt. Aus dieser folgt offenbar, daſs die Temperatur α der Oberfläche um so gröſser ist, als, bei Gleichheit aller übrigen Bedingungen, die Wärme leichter im Innern des Solidums geleitet wird.

XVI. *Beschreibung eines ausgezeichneten Mondhofes; vom Professor T. A. Kupffer in Kasan.*

Es ist in *Sula* nicht weit von *Bugulma*, zwischen *Kasan* und *Ufa*, im Orenburgischen Gouvernement, ein Mondhof gesehen worden, der mir zu den ausgezeichnetsten Erscheinungen dieser Art zu gehören scheint, und der mit Recht die Aufmerksamkeit einer dort wohnenden Dame, welcher ich die nachstehende Zeichnung und Beschreibung verdanke, auf sich gezogen hat. Am 19. Februar (2. März nach dem im Auslande gebräuchlichen Kalender) um 6 Uhr und einige Minuten Abends ging der Mond blaſs gelb gefärbt auf, und über demselben befand sich ein Bogen von derselben Farbe, der sich mit dem Monde erhob, und endlich die in Fig. 1. abgebildete Gestalt annahm, worin *hh* den Horizont und *m* den Mond bezeichnen.



Zu beiden Seiten an der Basis des Bogens zeigten sich lebhafte Regenbogenfarben, die sich nach der äuſsern Peripherie hin allmählig in die allgemein jetzt etwas dunkler gewordene gelbe Farbe des Bogens verloren. Als um 7½ Uhr der Mond etwas höher gestiegen war, rundete sich der Bogen zu einem Kreise, und es bildeten sich oberhalb desselben, ferner rechts und links, drei neue



Bogen, so wie es Fig. 2. zeigt; der obere Bogen befand sich ungefähr im Zenith, die Bogen zur Seite in Norden und Süden. Der Kreis, der den Mond umgab, mochte im Durchmesser 30 bis 40 Grad haben; er zeigte ebenfalls zu beiden Seiten, in *a* und *a*, Regenbogenfarben. Im Innern des Kreises, dessen Mittelpunkt vom Monde eingenommen wurde, zeigten sich aufserdem noch vier gelbe Streifen, die sich im Monde kreuzten, so dafs zwei von ihnen in derselben verticalen, die zwei andern in derselben horizontalen Linie lagen. Sie reichten jedoch weder bis an den Mond, noch bis zum Kreise. Aufserdem wurden noch zwei andere horizontale Streifen bemerkt, die sich zwischen dem Kreise und den beiden Bogen rechts und links befanden, und ebenfalls weder mit dem Kreise noch mit den Bogenstükken zusammenhingen.

Gegen 9 Uhr wurde die Erscheinung immer blasser, und verschwand nach und nach ganz. Der Himmel war während der ganzen Zeit vollkommen klar, und die Helligkeit so grofs, dafs am ganzen Himmel kein Stern sichtbar war. Die Temperatur der Luft war —10° R., welches für jene Gegend und für jene Jahreszeit keine sehr hohe Kälte ist.

XVII. *Zerlegung eines neuen gelblichen Minerals von Fahlun; von Trolle-Wachtmeister.*

(Aus den *Kongl. Vetensk. Acad. Handl.* 1827. *St.* 1.)

In dem Theile des Fahluner Bergwerks, welchen man Erich-Matts-Grube nennt, findet sich in einem grauen Chlo-

ritschiefer, doch nur sehr sparsam, ein gelbliches, bisher noch nicht untersuchtes Mineral, welches fast nur durch die einmal vom Dr. Wöhler darauf geleitete Aufmerksamkeit bekannt ist. Auf einer Reise, die ich einige Zeit darauf nach Fahlun unternahm, hatte ich Gelegenheit eine zur Untersuchung hinlängliche Menge zu sammeln. Die Resultate dieser Untersuchung scheinen mir um so mehr einer Mittheilung an die K. Academie werth, als jedes den merkwürdigen Formationen um Fahlun angehörende Mineralproduct ein besonderes Interesse erregen mufs

Dieses Mineral findet sich, wie schon gesagt, im Chloritschiefer, ähnlich dem, worin der Fahlunit vorkommt; doch habe ich beide nicht zusammen in demselben angetroffen. Es kommt in Nieren vor, ungefähr von der Gröfse einer kleinen Haselnufs und darunter. Von diesen zeigen einige eine verworren blättrige Textur, und Spuren von Krystallform, welche ein schiefes Rhomboëdal-Prisma zu seyn scheint. Andere, und zwar die gröfsten und häufigsten, verrathen weder eine bestimmte Form noch einige Blättrigkeit, sondern gehen im Bruche von den Ebenen zum Grobkörnigen über. Die krystallinischen Exemplare zeigen mehrere Blätterdurchgänge, worunter man einen, parallel mit der Basis des schiefen Prisma's, ziemlich deutlich erkennt; ein anderer ist parallel der zwischen den stumpfen Winkeln der Rhombe gezogenen Linie. Die *Farbe* ist aschgrau, ein wenig in's Braune neigend, das zuweilen an der Luftseite in eine schmutzige Ocherfarbe übergeht. Es giebt ein reinweifses *Pulver,* welches beim Glühen einen kaum merkbaren Stich in's Rothe annimmt. Es *ritzt* Glas und wird vom Stahl geritzt. Der Glanz ist unbedeutend, und steht zwischen Perlmutter- und Wachsglanz. Ist kaum durchsichtig. Specifisches Gewicht: =2,808.

Löthrohr - Verhalten. Bei erster Einwirkung der Flamme wird die Probe rein weifs, darauf schmilzt sie *an den* Kanten, wo mit Kobalt eine blaue Farbe ent-

steht. Auf Kohle erhitzt, sowohl für sich, als mit Flüssen, bildet sich um sie her auf der Unterlage ein schwacher, aber deutlicher Ring von Zinkrauch. Im *Kolben* wird sie dunkel und giebt Wasser. Um dieses zu prüfen, wurde eine gröfsere Menge (von den nicht krystallisirten Nieren) in einem zu feiner Spitze ausgezogenen Kolben geglüht, und das herausgetriebene Wasser aufgefangen. Die ersten Tropfen reagirten schwach, doch sichtlich sauer auf Lackmuspapier, ohne die Farbe des Fernambuckpapier zu ändern; die folgenden, auf geröthetes Lackmuspapier gebracht, gaben demselben blaue Flekken, welche nach dem Trocknen verschwanden und folglich von Ammoniak herrührten. In *Borax* löste sich die Probe langsam zu einem farblosen Glase auf. In *Phosphorsalz* eben so, mit Zurücklassung von ein wenig Kieselsäure. Mit *Soda* auf Kohle gab sie eine unklare Schlacke, welche endlich zu einer Kugel zusammenflofs. Mit Soda auf einem Platinblech reagirte sie nicht auf Mangan.

Zur Analyse wurden Stückchen von den nicht krystallisirten Nieren genommen, welche vom anhängenden Chloritschiefer sorgfältig befreit waren, und von denen jedes auf der Oberfläche besonders hinsichtlich seiner Reinheit geprüft wurde. Die Methode der Untersuchung war dieselbe, wie beim Fahlunit (dies. Bd. S. 70.). Die Gegenwart des Zinks veranlafste einen besonderen Versuch. Das geschlemmte Steinpulver wurde wie gewöhnlich mit kohlensaurem Kali geglüht, durch Auflösung in Salzsäure zum Gelatiniren gebracht, aber nicht zur Trockne verdunstet, aus Furcht, dafs etwas Chlorzink verfliegen könnte. Die Gallerte wurde in Wasser gelöst und mit kohlensaurem Ammoniak etwas übersättigt. Durch die solchergestalt von Kieselerde, Thonerde u. s. w. befreite Flüssigkeit wurde ein Strom von Schwefelwasserstoffgas geleitet. Die dadurch gebildeten Schwefelmetalle, Schwefelmangan und Schwefelzink, wurden gesammelt, geröstet,

in Salzsäure gelöst und kochend mit kohlensaurem Kali gefällt, worauf man sie wieder mit kaustischem Ammoniak digerirte. Die alkalische Flüssigkeit wurde, nachdem das ungelöst gebliebene Mangan abgesondert worden, zur Trockne verdunstet, und der Rückstand gelinde geglüht und wieder in Wasser gelöst, worauf Zinkoxyd zurückblieb, das getrocknet und gewogen wurde.

Das Ammoniak suchte ich dadurch zu bestimmen, dafs ich die beim Glühen des Minerals erhaltene Flüssigkeit in einem Uhrglase mit Salzsäure auffing, und diese hierauf in gelinder Hitze zur Trockne verdunstete. Alsdann wurde der salmiakähnliche und von organischer Substanz (deren Gegenwart sich durch den empyreumatischen Geruch bei der Destillation zu erkennen gab) etwas gelbgefärbte Beschlag des Glases in Wasser gelöst. Die Salzsäure wurde durch salpetersaures Silberoxyd gefällt, und nach der Zusammensetzung des Salmiaks in Rechnung gezogen; sie gab aber nur eine geringe Spur von Ammoniak zu erkennen.

Auf diese Art gab die Analyse:

Kieselsäure	53,69	Sauerstoffgehalt:	31,03
Thonerde	21,70	- - -	10,13
Talkerde	8,99	- -	3,48
Eisenoxydul	1,43	- -	0,34
Manganoxydul	0,63	- -	0,14
Kali	4,10	- -	0,70
Natron	0,68	- -	0,20
Zinkoxyd	0,30	- -	—
Wasser mit Spur von Ammoniak	3,20	- -	2,86
Eine Spur v. Kalk			
	100,72		

Die Thonerde enthält, mit geringer Abweichung, das Doppelte des Sauerstoffs der andern Basen ($4,86 \times 2 = 9,72$). Der Sauerstoff der Kieselsäure übersteigt zwar

den doppelten Sauerstoffgehalt der Basen, doch aber nicht mehr, als oft durch mehrere andere Umstände zu geschehen pflegt. Ich glaube daher, dafs man für die Zusammensetzung dieses Minerals die Formel annehmen kann:

$$\left.\begin{matrix} M \\ f \\ mg \\ K \\ N \end{matrix}\right\} S^2 + 2AS^2, \text{ oder: } rS^2 + 2RS^2.$$

Hiebei drängt sich die Frage auf: ob nicht das Wasser als wesentlich zur Zusammensetzung gehörig zu betrachten sey, in welchem Falle dessen Sauerstoffgehalt die Hälfte der Summe im ersten Gliede seyn würde, — oder ob es, wie ich glaube annehmen zu dürfen, blofs hygroscopisch, und, wie das Ammoniak, von dem Minerale nur auf der Halde, wo man es findet, während seines langen Liegens an der Luft angenommen worden sey? Die geringe Veränderlichkeit des Minerals beim Glühen, und seine Begierde wiederum Feuchtigkeit anzuziehen, welche schon allein auf die Gegenwart des Ammoniaks hinweist, scheinen mir für die Richtigkeit meiner Meinung zu sprechen.

XVIII. *Ueber die Krystallform der Kohlenstickstoffsäure.*

Diese von Liebig entdeckte Säure, die schon durch ihre Zusammensetzung sehr interessant ist, verdient dadurch noch mehr Berücksichtigung, weil sie wahrscheinlich durch Behandlung von vielen organischen Substanzen mit Salpetersäure, wie Liebig diefs schon bei mehrern gezeigt hat, gebildet wird. Ich habe aus diesem Grunde, da die Krystallform ein so leichtes und sicheres Mittel ist, entweder ähnliche Substanzen zu unterscheiden, oder eine grofse Anzahl von Eigenschaften bei isomorphen Verbindungen

zu errathen, die Gelegenheit, die mir Hr. Dr. Wöhler durch sehr schöne Krystalle gegeben hat, die Form dieser Säure zu beschreiben, nicht vorbei gehen lassen wollen; wenn diese Bestimmung auch sogleich keine weitere Folgerungen erlaubt.

Die Form der Krystalle gehört zum rhombenoctaëdrischen System.

M sind die Seitenflächen des Prisma's.

Die Flächen *d* sind gleich gegen die beiden angränzenden Flächen geneigt.

Die Flächen *a* bilden ein Rhombenoctaëder; die Tangente des halben Winkels von *M* zu *M'* verhält sich zur Tangente des halben Winkels der Kanten, die durch die Flächen *a* an der Basis des Octaëder gebildet werden, wie 2:1; diese Kanten entstehen, wenn die Flächen *a* sich so vergröfsern, dafs die Flächen *M* verschwinden.

M	gegen	*M*	=128° 36'
M	-	*d*	=115° 42'
a	-	*a*	=109° 50'
a	-	*d*	=125° 5'
a	-	*a*	auf der Rückseite 111° 57'.

..... *ch.*

XIX. *Aufforderung zu Beobachtungen über den Höhenrauch.*

(Mitgetheilt von Hrn. Geh. Ober-Bergrath Karsten.)

Die unter der Benennung *Haarrauch* (auch Höhenrauch, Heerrauch u. s. w.) bekannte atmosphärische Er-

scheinung, welche in den Provinzen Westphalen und Niederrhein häufig eintritt, hat nach der Meinung Vieler in diesen Landstrichen seit einer Reihe von Jahren merklich zugenommen, und besonders in den letzten Jahren die Aufmerksamkeit der Naturbeobachter angesprochen. Denn so wie auf der einen Seite diese Erscheinung den niedern Dunstkreis trübt, verunreinigt und den thierischen Organismus unangenehm belästigt, so tritt sie auf der andern unter so auffallenden und so wenig aufgeklärten Nebenumständen auf, daſs die Erklärung derselben ein anziehendes Problem für den Denker geworden ist.

Das neuerdings wieder auflebende Streben, das Entstehen des Haarrauches zu erklären, hat mancherlei Meinungen hervorgerufen, welche sich etwa unter drei Hauptansichten bringen lassen.

Einige lassen diesen Rauch in den uns nördlich vorliegenden Moorländern und Niederungen durch das, der Cultur des Bodens im Frühjahr vorausgehende, Moorbrennen entstehen, und ihn durch Luftströmung in südlicher oder fast südlicher Richtung hierher übertragen; und dieſs ist die fast allgemeine Meinung derjenigen, welche dergleichen Niederungen und Moorgegenden bewohnen, oder in ihrer Nähe leben und das Moorbrennen selbst kennen. — Andere wollen diesen Nebel auf dem Wege einer augenblicklichen, mehr örtlichen Umänderung oder gar Zersetzung der Atmosphäre in höheren oder tieferen Regionen des Dunstkreises entstehen und sich auch wohl auf nachbarliche Gegenden übertragen lassen. — Noch andere Beobachter nehmen endlich zwei ähnliche, jedoch sowohl nach der Entstehungsart als nach ihrer Beschaffenheit in sich verschiedene, Erscheinungen an. Sie bestreiten nicht, daſs der Höhenrauch, und besonders der in den bezogenen Gegenden gewöhnliche, meistens — Moorbrandrauch — seyn könne; sie nehmen aber auch an, daſs Umbildungen oder Ausscheidungen der atmosphärischen Luft nach jener zweiten Annahme statt finden kön-

nen, und dafs die gröfseren und weiter verbreiteten Erscheinungen der Art selbst von Ausbrüchen entfernter Vulcane herrühren, oder dafs sie wohl gar aus Stoffen entstanden seyn können, welche sich die Erdatmosphäre aus dem Weltall her angeeignet habe, oder welche sich derselben beigesellt hätten.

Obwohl nun für eine oder die andere Ansicht manches Anziehende gesagt worden, so bleibt dennoch jede Erklärungsart bis daher noch unzulänglich, und so lange verdächtig, als damit nicht auch alle Hauptnebenumstände der Erscheinung aufgeklärt werden. Der Fehler mag aufser in den bekannten Schwierigkeiten bei allen atmosphärologischen Forschungen, auch wohl darin liegen, dafs man zu wenig beobachtete, und zu früh erklären wollte. Die Unterzeichneten gingen daher von der Ansicht aus, dafs man, unter Abstraction von allen Hypothesen, zunächst diese Naturerscheinung ein Paar Jahre hindurch gleichzeitig und an mehreren richtig gewählten Punkten in ihrem äufsern Auftreten und ihrer Verbreitung beobachten, und sodann durch eine Zusammenstellung dieser Beobachtungen dem Naturforscher das Material zu einer näheren Beurtheilung und Erklärung der ganzen Erscheinung liefern müsse.

Denn immerhin sehr schwierig wird es seyn, die den Haarrauch bildende Gasart chemisch zu enträthseln, bei weitem schwieriger aber, aus dem angestellten Experiment sicher auf die Entstehungsart derselben zurückzuschliefsen; dagegen bietet sich in jener vorgeschlagenen Reihe äufserer Beobachtungen wenigstens einige Hoffnung dar, das Vaterland dieses Rauches, die Art und Weise seiner Uebertragung und seines Auftretens, so wie seines Verschwindens, in Etwas aufzuklären.

Wenn daher die Unterzeichneten mit den zweijährigen Beobachtungen auswärtiger Freunde der Naturforschung bereichert werden sollten, so würden sie dadurch in den Stand gesetzt seyn, jene Zusammenstellung zu fer-

tigen und der öffentlichen Beurtheilung nach ein oder zwei Jahren zu unterwerfen.

Zu diesem Behufe erlauben sie sich über die Beschaffenheit des in *hiesigen Gegenden gewöhnlichen Haarrauches* und über die erforderlichen Momente der Beobachtung ähnlicher Erscheinungen in andern Gegenden nachfolgende unvorgreifliche Bemerkungen zu machen.

1. Der *Haarrauch* (*in Westphalen*) zeigt sich dem darin befindlichen Beobachter als ein höchst veränderter und auffallender Zustand der untern Luftschicht. Diese ist dabei in der Regel sehr trocken, und von einem rauchähnlichen, bläulich-grauen, sehr feinen, Alles durchdringenden Dunste gleichmäſsig durchzogen, welcher, je nachdem er mehr oder weniger dicht ist, entferntere Gegenstände nebelförmig verschleiert oder ganz verbirgt. Bei umwölktem Himmel und gröſserer Stärke des Rauches deckt derselbe die Sterne, oder einzelne Wolken, und die Sonne erscheint mit mattem Lichte und strahlenlos, und zwar, bei höherem Stande, als röthliche-gelbliche, bei tieferem als röthliche fast bräunlich-rothe Scheibe. Starker Haarrauch läſst sich schon in Luftmitteln von 20 bis 30 Fuſs Stärke mit dem Auge wahrnehmen. Der heranziehende Rauch erscheint aus der Ferne, und zwar bei höherem Stande der Sonne als ein bläulich-grauer, über dem Horizont ruhender Nebeldamm, dessen Farbe, nach unten stärker, sich nach oben in das Blau des Himmels verläuft Bei tieferem Stande der Sonne, und wenn sie hinter demselben untergeht, ist der Nebelstreif oft bloſs röthlich-braun.

   Dieser Rauch erregt nicht gerade einen deutlichen Geschmack, aber um so stärker ergreift er die Geruchsorgane. Es ist ein eigenthümlicher, brenzlich-bituminöser, etwas stechender Geruch, welcher selbst an den einiger Gasarten schwach erinnert. Bei reitzbaren Constitutionen wird die Lunge mit den Respirations-Werkzeugen durch ihn, oder vielleicht ducrh die mit ihm eintretende tiefere Temperatur afficirt; er soll

sogar Kopfschmerz veranlassen, und macht überhaupt einen unangenehmen Eindruck auf den menschlichen Körper.

Der Höhenrauch ist gewöhnlich von anhaltender trockener Witterung begleitet. Diese und die dabei veranlafste Veränderung der Luft bringt bei mehrerer Dauer, nach der Beobachtung Einiger, sogar Zögerung im Fortschreiten des Pflanzenlebens hervor. Einige erscheinen etwas leidend. Dieser Nebel wird fast immer innerhalb der Monate Mai, Juni, Juli bemerkt; es treten jedoch seltenere Ausnahmen noch im August und später ein. Sein Erscheinen ist weder an eine Tageszeit, noch scheinbar an die Mondescyklen, noch endlich an die Witterungsstände fest geknüpft. Man bemerkt ihn zu allen Tageszeiten, meistens während oder nach vorhergegangener trockener, heller Witterung, nur selten während und gleich nach Regen und Gewitterschauern; bei hellem, bei bewölktem Himmel; bei stiller wie bei bewegter Luft, jedoch im letzteren Falle nie bei einer anhaltenden Luftströmung aus Süd-Südost und West. Bei weitem aber am häufigsten sieht man ihn bei stiller, oder bei aus Nordost, Nord und Nordwest heranziehender Luftströmung, bei heiterem trocknen, Himmel und fast immer innerhalb der Abend-, nächtlichen und Morgenstunden heranziehen. Er kommt nur aus den angedeuteten Richtungen von einem kalten Luftstrome begleitet, und verbreitet sich, Berg und Thal bedeckend, jedoch dichter in der Niederung und dunstförmig ohne Wolkenform, allmählig um den Beobachter. Der Wechsel der Temperatur ist fühlbar und bleibt während des Nebels überhaupt niedriger. Die Dauer selbst ist verschieden, bisweilen von einer Stunde bis zu mehreren Tagen. Wie bei trockner Luft häufig ist, so haben die Barometer dann einen höheren Stand, sie werden indefs durch die Erscheinung scheinbar nicht afficirt. Das Heranziehen des Nebels ist gewöhnlich deutlich bemerkbar, sein Abzug dagegen undeutlicher, er verschwindet oft schnell auf unbegreifliche Weise.

Eine nicht seltene Ausnahme bei seinem Erscheinen ist folgende. — Bei gewitterhafter Luft, und bei einem zum Ausbruch kommenden elektrischen Wetter, in der Regel bei hohem Wolkenstande, entsteht ein

wirbelnder, unbestimmter, oft starker Wind. Nun brechen die Wolken oder zerreifsen, der Regen verliert sich, der Wind setzt in eine mehr nördliche Richtung um, die Wolkenelektricität ist wie beseitigt und der Höhenrauch erschienen. Der Himmel wird nun reiner und die Witterung trocken.

So ungefähr ist die Erscheinung des sogenannten Haarrauches in den westphälischen Gebietstheilen und der Grafschaft Mark nach den meisten Beobachtungen beschaffen.

2. Die Unterzeichneten bitten nun ergebenst um auswärtige nähere Beobachtungen. Je vollständiger und vielseitiger diese angestellt werden, um so mehr Licht werden sie über die aufgeworfene Frage verbreiten; indefs wird es für den vorliegenden Zweck schon hinreichen, wenn wenigstens die in dem beigedruckten Schema angedeuteten Momente den Beobachter leiten, und zwar täglich in den erwähnten vier Monaten, da es selbst von Einflufs seyn kann, zu wissen, dafs an diesem oder jenem Orte oder Tage kein Haarrauch bemerkt worden sey. Sie bitten ferner, diese Beobachtungen tabellarisch nach dem beigefügten Vorschlage in gedrängter Kürze fortzuführen, alle darin nicht angedeuteten, sich aber sonst darbietenden Bemerkungen in der letzten Rubrik einzutragen, und diese Tabelle bis zum halben November beider Jahre abgeschlossen und unterzeichnet an die Unterschriebenen oder an deren Freunde gefälligst abzusenden.

Unter den zu beobachtenden Nebenumständen wird unter andern der Wechsel in der Temperatur und der Richtung des Luftstromes beim Eintritt des Haarrauches und nach demselben beachtenswerth, so wie auch die ausdrückliche Berücksichtigung der Frage nothwendig seyn, ob — nämlich — der beobachtete Rauch etwa von einem in der Gegend gleichzeitig vorgekommenen Erd-, Wald- oder Moorbrande, oder auch von einer Feuersbrunst deutlich oder muthmafslich veranlafst worden sey.

Bochum, in der Grafschaft Mark, d. 15. April 1828.

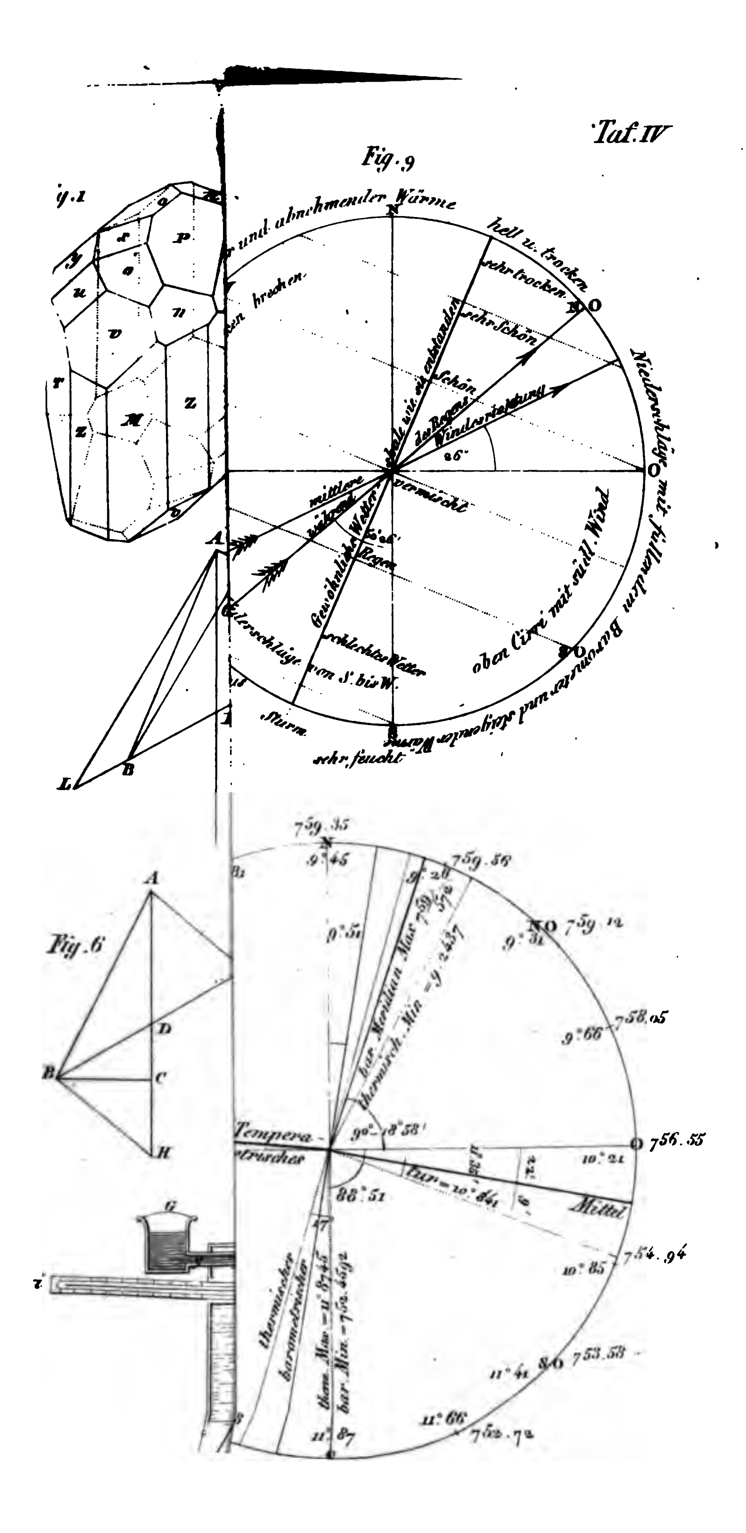
Jansen, Kreis-Physicus. *v. Derschau*, Bergrath.

Beobachtungen über den Haarrauch.

1	2			3			4			5		6	7	8	9	10
Datum	Wind.			Thermometer. Reaumur.			Barometer. Pariser M.			Aeufsere Beschaffenheit d. Atmosphäre. —Witterung—		Der Rauch ist eingetreten.	Stärke desselben.	Dauer desselben.	Beschaffenheit der Witterung und der Atmosphäre bei und gleich nach dem Rauche.	Bemerkungen über sonstige beachtenswerthe Nebenumstände.
	Morg.	Mitt.	Abds.	Morg.	Mitt.	Abds.	Morg.	Mitt.	Abds.	Vorm.	Nachm					
1. Mai	W.	W.	NW	+6	+7	+5	26	26,2	26,4	Leicht bewölkt, trokken.	Hell.	—	—	—	— — —	Die Sonne ging hinter einem Nebelstreifen unter.
2. -	SW	W.	NW	+7	+8	+7	27	27,6	27,6	Helle trockne Luft. Gegen Abend einzelne Wolken.		8 Uhr Abds.	Schwach	Bis in die Nacht.	Als der Rauch sich zeigte verschwanden einige Haufen Wolken schnell, es trat eine trockene, kühle Luftströmung ein.	Sonnenuntergang verschleiert, mit rothem Scheine. Der Rauch verbreitete sich schnell, aus NW. heranziehend. Der Geruch nicht stark. Der Rauch verdunkelte die Sterne—und soll bis 2 Uhr Nachts angehalten haben.

N. N. den 1. November 1828.

N. N.



Taf. IV
Fig. 9
Fig. 6
hell u. trocken
sehr trocken
sehr schön
schön
Windesrichtung
Sturm
sehr feucht
Gewöhnliches Wetter
Regen
schlechtes Wetter
mittlere
vermischt
oben Cirri mit südl. Wind
Tempera-
trisches
bar. Meridian
thermisch. Min
thermischer
barometrischer
Mittel

ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1828, SIEBENTES STÜCK.

I. *Ueber das Gleichgewicht und die Bewegung der elastischen Körper; von Hrn.* Poisson.

(*Ann. de chim. et de phys, XXXVII. p.* 337.)

Das Problem der *Kettenlinie* ist das erste, in welchem die Mathematiker das Gleichgewicht einer biegsamen Curve behandelt haben; denn es besteht, wie bekannt, in der Bestimmung der Curve, welche eine schwere an ihren beiden Enden gehaltene Kette annehmen muſs. Die Lösung desselben, bei welcher Galilaei sich geirrt hatte, verdankt man Leibnitz und den Bernoulli's; gegenwärtig ist sie in alle Lehrbücher der Mechanik übergegangen. Sie gründet sich auf die Betrachtung einer Kraft von unbekannter Gröſse, welche nach den beiden Verlängerungen eines jeden Elements der Curve wirkt, und welche man die *Spannung* der Kette in jedem Punkte nennt. Man setzt dabei die Kette als völlig biegsam voraus. In einem andern Probleme, nämlich dem der *elastischen Lamelle*, hat man zum ersten Male die Tendenz, mit der eine aus einem elastischen Stoffe gebildete Curve ihre natürliche Gestalt wieder anzunehmen sucht, in Rechnung gezogen. Die Lösung desselben hat Jacob Bernoulli zu Anfange des vorigen Jahrhunderts gegeben, in einer Abhandlung, die sich in den ältern Denkschriften der Pariser Academie befindet. Er stützt sich

dabei auf einen Satz, der in der Folge von allen Mathematikern, welche diese Aufgabe behandelt haben, angenommen worden ist. Jacob Bernoulli nämlich nimmt an, dafs bei einer im Gleichgewicht befindlichen elastischen Lamelle das Moment der Kraft, welche zwei an einander liegende Elemente in eine gerade Linie zurückzuführen sucht, in jedem Punkte der Curve direct dem Winkel der Contingenz, oder umgekehrt dem Krümmungshalbmesser proportional sey. Um den Grund dieser Hypothese einzusehen, mufs man mit diesem grofsen Mathematiker die verschiedenen Fäden einer gebogenen Lamelle betrachten, und Rücksicht nehmen auf die Contractionen der einen und die Dilatationen der andern. Diese kleinen Längenveränderungen geben wirklich zu longitudinalen Kräften Anlafs, die ihnen proportional sind, und deren Resultante Null ist, wenn die mittlere Ausdehnung der Lamelle es gleichfalls ist. Das totale Moment derselben ist aber nicht gleich Null; seinen, dem Winkel zwischen zwei zusammenliegenden Elementen der Curve proportionalen Werth findet man, wenn man als Erfahrungssatz annimmt, dafs eine Gerade, welche nach der Dicke der Lamelle gezogen, und ursprünglich senkrecht auf deren Fläche steht, noch nach der Biegung der Lamelle immer perpendiculär auf derselben bleibt. Durch die Zerlegung der Lamelle in longitudinale Fäden findet man auch, dafs das Moment der elastischen Kraft, bei Gleichheit aller übrigen Umstände, proportional ist dem Cubus der Dicke.

Den Aufgaben über das Gleichgewicht der Saiten und elastischen Lamellen sind natürlich die gefolgt, welche deren Bewegung betreffen, und besonders deren kleine Vibrationen, von denen die verschiedenen, durch sie hervorgebrachten Töne abhängen. D'Alembert war der erste, welcher das Problem von den *schwingenden Saiten* auf eine allgemeine Weise löste; Taylor hatte zuvor nur eine particuläre Lösung von demselben gegeben.

Diefs Problem ist eines von denen, welches zur Entstehung der Rechnung mit partiellen Differentialien Anlafs gegeben hat. Die von d'Alembert gegebene Lösung gründet sich auf directe Integration einer solchen Gleichung und auf die Betrachtung der willkührlichen Functionen, welche sein Integral einschliefst. Lagrange hat einige Jahre hernach eine andere Lösung desselben Problems gegeben, welche in der jüngsten Zeit die Aufmerksamkeit der Mathematiker auf's Neue auf sich gezogen hat. Die willkührlichen Functionen sind darin durch Reihen von periodischen Gröfsen ersetzt, welche deren Werthe für die ganze Länge der Saite vorstellen, es mögen nun in diesem Intervalle diese Functionen ihre Form nicht ändern, oder es mag sich um discontinuirliche Functionen handeln. Nun giebt es in der Physik und Mechanik eine grofse Anzahl von Aufgaben, bei welchen die Gleichungen mit partiellen Differentialien, von welchen sie abhängen, nicht unter einer endlichen Form integrirt werden können; man ist also genöthigt zu Lösungen analog mit der Lagrange'schen, welche überdiefs die ganze von der Aufgabe verlangte Allgemeinheit besitzen, und oft bequemer sind, als die, welche sich aus den Integralen unter endlicher Form ergeben, in Fällen, wo diese uns gegeben sind. Auf diese Weise finden sich die Unbekannten, um deren Bestimmung es sich handelt, ausgedrückt durch Summen von Gröfsen, von denen jede für sich allen Bedingungen des Problems genügt, und eine particuläre Lösung desselben ist. Bei den Aufgaben in der Mechanik ist diese Superposition von particulären Lösungen nichts anders, als der Satz von Daniel Bernoulli über die *Coëxistenz von kleinen Schwingungen*, und eine Folge der Linearform der Gleichungen von jedem Problem. Die Methode, welche dieser Mathematiker seinerseits befolgt hatte, um, ausgehend von der particulären Lösung, welche man Taylor verdankt, das Problem von den schwingenden Saiten zu lösen, beruht also mit der La-

grange'schen Lösung auf demselben Principe. Bernoulli zeigte aber nicht, wie man durch Reihen von periodischen Gröfsen den, ganz willkührlich vorausgesetzten, anfänglichen Zustand der Saite darstellen könne, und darin ist die Analyse von Lagrange wesentlich nöthig, um die Auflösungen von Taylor und D. Bernoulli zu vervollständigen.

Die Schwingungen der elastischen Lamellen sind von Euler und D. Bernoulli bestimmt worden, für alle möglichen Umstände, worin die Enden der schwingenden Lamelle sich befinden können. Ihre Lösungen sind ebenfalls gebildet aus der Superposition einer beliebigen Anzahl von particulären Lösungen, und es fehlt denselben der Beweis, wie sie immer den anfänglichen Zustand der Lamelle darstellen können. Diefs hat indefs keinen Einflufs auf die Gesetze der Schwingungen, welche sie daraus abgeleitet haben; diese stimmen mit denen überein, welche die Physiker durch Versuche gefunden haben.

Diefs sind, in wenig Worten, die Hauptresultate über das Gleichgewicht und die Bewegung der elastischen Körper, welche zur Zeit bekannt waren, als ich, in einer 1814 im Institute gelesenen *Abhandlung über die elastischen Flächen* weiter zu gehen versuchte. Ich habe angenommen, dafs die Punkte einer elastischen, beliebig gekrümmten Scheibe sich gegenseitig abstofsen nach einer Function des Abstandes, die schnell abnimmt, und unmerklich wird, sobald die Variable eine merkliche Gröfse erreicht. Diese Hypothese hat mich hinsichtlich des Gleichgewichts elastischer Flächen zu einer Gleichung geführt, welche gleiche Form annimmt mit der für eine blofse, in einer Richtung gekrümmten Lamelle, wenn man sie auf diesen besondern Fall anwendet. Allein diese Art, die Aufgabe zu betrachten, pafst streng genommen nur auf eine Scheibe ohne Dicke, in welcher die materiellen Punkte an einander stofsen oder sehr wenig von einander entfernt sind. Wenn man dagegen auf die Dicke

der gekrümmten Scheibe Rücksicht nimmt, so sind unter deren Theilchen zweierlei Arten zu unterscheiden. Die einen stofsen sich wirklich ab, vermöge der Contraction, die an der concaven Seite statt findet; die andern dagegen ziehen sich an, vermöge der Dilatation auf der gegenüberliegenden Seite. Es war also nöthig, diese Aufgabe von Neuem vorzunehmen; und, damit sie vollständig gelöst sey, mufste man die Bedingungen bestimmen, welche sie, in Bezug auf eine elastische Platte von gegebener Dicke, sowohl in allen deren Punkten, als besonders an deren Rändern zu erfüllen hatte, damit die auf dieselbe angelegten Kräfte und die gegenseitigen Actionen ihrer Theilchen im Gleichgewicht seyen. Auch war es wünschenswerth, dafs die Mathematiker die Hauptaufgaben der Mechanik unter diesem physikalischen und mit der Natur übereinstimmenden Gesichtspunkt wieder vornähmen. Man hat sie auf eine ganz abstracte Weise behandeln müssen, um die allgemeinen Gesetze des Gleichgewichts und der Bewegung zu entwickeln, und in dieser Gattung von Allgemeinheit und Abstraction ist Lagrange so weit als nur denkbar gegangen, als er die physischen Bindemittel der Körper durch Gleichungen zwischen den Coordinaten ihrer verschiedenen Punkte ersetzte. Diefs ist es, was seine *Mécanique analytique* ausmacht; aber neben diesem bewundernswürdigen Werke könnte man gegenwärtig eine *Mécanique physique* aufstellen, deren einziger Zweck darin bestände, Alles auf Molecular-Actionen zu beziehen, welche die Wirkung gegebener Kräfte von Punkt zu Punkt verpflanzen und das Vermittelnde ihres Gleichgewichts sind. Auf diese Weise hätte man, bei Anwendung der allgemeinen Regeln der Mechanik auf besondere Fälle, keine specielle Hypothesen zu machen.

So würde bei dem Probleme des Gleichgewichts von biegsamen Saiten, die Spannung, welche man zu dessen Lösung einführt, das unmittelbare Resultat der gegenseiti-

gen Actionen der Theilchen seyn, sobald diese ein wenig aus ihrer natürlichen Lage gebracht sind.

Bei dem Falle mit der elastischen Lamelle würde das Moment der Elasticität durch Biegung von denselben Actionen, in der ganzen Dicke der Lamellen betrachtet, herrühren, und sein Ausdruck wäre ohne irgend eine Hypothese bestimmt.

Endlich würde der Druck, welchen die Flüssigkeiten in ihrem Inneren und gegen die Wände der Gefäfse ausüben, ebenfalls die Resultante seyn von den Actionen ihrer Theilchen auf die gedrückten Flächen oder vielmehr auf eine unendlich dünne, mit jeder Fläche in Berührung stehende, flüssige Schicht.

Der Satz von der Gleichheit des Drucks nach allen Richtungen, welcher gegenwärtig der ganzen Hydrostatik zum Grunde liegt, und welcher von der Erfahrung entlehnt ist, wird wirklich eine Folgerung seyn dieser Kenntnifs des Molecular-Drucks und der vollkommnen Beweglichkeit der flüssigen Theilchen. Man ziehe nämlich durch einen beliebigen Punkt A einer flüssigen Masse eine Gerade, beliebig klein, aber dennoch sehr grofs in Bezug auf die Abstände zwischen den Theilchen und auf den Radius ihres Wirkungskreises, so dafs diese Gerade eine sehr grofse und gleichsam unendliche Anzahl materieller Punkte treffen würde. Nun nehme man an, dafs diese Zahl beinahe gleich sey nach allen Richtungen um den Punkt A; eine Bedingung, welche hinreichen wird, damit der Druck, wie wir ihn so eben definirten, ebenfalls nach allen Richtungen um denselben Punkt gleich sey. Wenn man nun, diefs vorausgesetzt, auf einen freien Theil der Oberfläche der Flüssigkeit einen beliebigen Druck ausübt, so werden sich die Theilchen derselben einander nähern, und, wie es einer flüssigen Masse als Hauptverschiedenheit von einem starren elastischen Körper eigen ist, werden sich die flüssigen Theilchen, vermöge ihrer vollkommnen Beweglichkeit, rings um jeden

Punkt *A* so lagern, wie wir es eben angenommen haben. Daraus geht hervor, daſs der Molecular-Druck in Folge des Aneinanderrückens der Theilchen erhöht wird, ohne daſs er dabei aufhört gleich zu seyn, nach allen Richtungen um jeden Punkt der flüssigen Masse. Der Grad der Zusammendrückbarkeit hat keinen Einfluſs auf diese Folgerung; die Flüssigkeit braucht nur in einem ganz beliebig schwachen Grade zusammendrückbar zu seyn; und dieſs ist ja auch wirklich der Fall, selbst bei denjenigen Flüssigkeiten, deren Volumen gegen äuſsere Kräfte am meisten Widerstand leistet. Jener Schluſs hängt auch nicht von dem kleinen Zeitraum ab, innerhalb welches die Theilchen in die, von der Gleichheit des Drucks nach allen Seiten geforderte, Lage um den Punkt *A* gerathen. Obgleich aber dieser Zeitraum sehr kurz und ohne Zweifel bei den vollkommnen Flüssigkeiten, bei denen man diese Gleichheit des Drucks beobachtet hat, unwahrnehmbar ist, so kann er dennoch sehr verschieden bei verschiedenen Flüssigkeiten seyn. Diese Verschiedenheit hat nun zwar keinen Einfluſs auf das Gleichgewicht, welches sich nach Ablauf des erwähnten Zeitraums einstellt; wird dieſs aber auch bei der Bewegung einer Flüssigkeit der Fall seyn? Diese Frage werden wir bei einer andern Gelegenheit untersuchen.

Ueberhaupt muſs man bei den Anwendungen der Mechanik so viel wie möglich Rücksicht nehmen auf die physischen Umstände, welche von der Natur der Körper abhängen. Die Nothwendigkeit dazu hat man schon lange gefühlt, um die Unbestimmtheit bei gewissen Fragen in der abstracten Mechanik zu verbannen; eine Unbestimmtheit, die in der Natur nicht statt finden kann, wo wirklich Alles bestimmt ist und Alles nur eine einzige Lösung zuläſst.

Das einfachste Beispiel einer solchen Abstraction ist dasjenige, welches der Stoſs von harten Körpern darbietet, wenn man dieselben als durchaus unzusammendrück-

bar annimmt. Der Stofs ist alsdann augenblicklich; und die einzige Bedingung, welche man zu erfüllen hat, ist die, dafs bei dem Körper, der vorangeht, die Geschwindigkeit nicht gröfser sey als bei dem, der hinterher folgt. Diese Bedingung, welcher auf unzählige Weisen genügt werden kann, läfst den Zustand der beiden beweglichen Körper nach dem Stofs in Unbestimmtheit. Wenn man aber annimmt, dafs diese Körper zusammendrückbar seyen, wenn auch nur ganz wenig, so hat der Stofs eine gewisse Dauer, und er hört genau in dem Augenblick auf, wo die beiden Körper, vermöge ihrer gegenseitigen Zusammendrückung, zu einer gleichen Geschwindigkeit gelangt sind, und also nicht mehr auf einander wirken. Diese Bedingung der Gleichheit beider Geschwindigkeiten nach dem Stofse, bestimmt vollkommen diejenige, welche die Körper hernach besitzen werden.

Ein anderes Beispiel liefert der Fall, wo ein Gewicht auf einen durch drei Füfse getragenen Tisch gelegt wird. Betrachtet man den Tisch als eine in aller Strenge unbiegsame Ebene, so werden die Lasten, welche seine Füfse zu tragen haben, eine Unendlichkeit verschiedener Werthe haben können, deren Summe dem gegebenen Gewichte gleich ist. Diefs kann nichts Unbegreifliches haben, wenn man erwägt, dafs es sich hier nur um eine blofse Zerlegung von Kräften handelt, und dafs jene Angabe nichts anders sagt, als dafs eine gegebene Kraft auf unendlich verschiedene Weisen in mehr als drei andere, mit ihrer Richtung parallele Kräfte zerlegt werden kann. Dennoch würde die Annahme abgeschmackt seyn, dafs in Wirklichkeit die Belastung eines jeden Fufses mehrere Werthe haben könnte; auch verschwindet diese Unbestimmtheit in der That, sobald man den der Substanz des Tisches zugehörigen Grad von Elasticität und die Biegung, die, sey sie auch noch so klein, derselbe erleidet, in Rechnung zieht. In meiner Abhand-

lung findet man eine Lösung dieses Problems der physicalischen Mechanik für den besonderen Fall, wo eine kreisrunde Platte zugleich in ihrem Mittelpunkt und an ihrem Umfang unterstützt ist, und wo man fragt, nach welchem Verhältniſs die Last ihres Gewichts sich unter diese beiden Stützen vertheile. Ich habe für dieses Verhältniſs einen bestimmten Werth erhalten, welcher weder vom Durchmesser, noch von der Dicke der Platte, noch auch von dem Grade ihrer Elasticität abhängt, welcher aber verschieden ausfällt, je nachdem der Umfang eingefugt, oder bloſs vertical gestützt ist.

Ich komme jetzt zum Hauptgegenstand meiner Abhandlung, wo ich mir besonders vorgenommen habe, die Gleichungen für das Gleichgewicht und die Bewegung elastischer Stäbe und Platten, aus der Betrachtung der gegenseitigen Actionen ihrer Theilchen, zu bilden. Es ist jedoch wichtig zuvor eine Bemerkung zu machen, ohne welche die Berechnung der von dieser Ursache herrührenden Kräfte illusorisch werden würde. In allen den Fällen, in welchen man bis jetzt die Molecular-Action betrachtet hat, z. B in der Theorie der Capillarität und der Wärme, hat man die Kräfte, welche aus dieser Action entstehen, stets durch bestimmte Integrale ausgedrückt; und doch ist diese Weise sie darzustellen auf sie nicht anwendbar, wie man dieſs aus den folgenden Betrachtungen ersehen wird.

Wenn ein Körper sich in seinem natürlichen Zustande befindet, d. h. wenn er durch keine Kraft zusammengedrückt ist, sich im Vacuo befindet, und man selbst von seinem Gewichte absieht, so ist nicht bloſs ein jedes Theilchen in seinem Innern und auf seiner Oberfläche im Gleichgewicht, sondern es ist auch, wie man aus meiner Abhandlung ersehen wird, die Resultante der Molecular-Actionen für sich auf beiden gegenüberstehenden Seiten von jedem kleinen Theile des Körpers gleich

Null *). In diesem Zustande müssen die Abstände, welche die Theilchen trennen, von der Art seyn, daſs diese Bedingung erfüllt werde, wenn man auf deren gegenseitigen Attractionen, so wie auf die Wärme-Abstoſsung, welche wir gleichfalls mit in die Molecular-Actionen aufnehmen, Rücksicht nimmt. Wie hart und fest ein Körper auch seyn mag, so ist dennoch die Kraft, welche sich der Trennung seiner Theile widersetzt, in dem von uns erwähnten Zustand entweder Null oder gar nicht vorhanden; sie tritt nur erst dann auf, wenn wir diese Trennung auszuführen, und die Abstände zwischen den Moleculen, wenn auch nur ganz wenig, zu ändern suchen. Wenn man nun diese Kraft durch ein Integral auszudrücken sucht, so geschieht es, daſs dessen Werth, welcher für den natürlichen Zustand des Körpers Null ist, es auch nach irgend einer Veränderung in dem Abstande zwischen den Moleculen seyn kann, so daſs demzufolge der Körper bei der Trennung seiner Theilchen keinen Widerstand leisten würde, was eine Ungereimtheit wäre. Es folgt daraus, daſs die Summe, welche die totale Action einer Reihe getrennter Theilchen ausdrückt, sich nicht in ein bestimmtes Integral verwandeln kann, was von der Natur der Function der Abstände herrührt, welche die

*) Man sieht dieses leicht für den Fall eines bloſsen, aus einer Reihe von Moleculen gebildeten Fadens. Man theile ihn in Theile, die sehr klein, aber dennoch gegen den Wirkungsradius der Molecule sehr groſs sind, und bezeichne mit A_0, A_1, A_2, A_3.. die auf einander folgenden Theilungspunkte. Da, zufolge der Hypothese, kein äuſserer Druck auf das Ende A_0 wirkt, so muſs, damit der Theil $A_0\ A_1$ im Gleichgewicht sey, die Wirkung des übrigen Fadens auf diesem Theil ebenfalls Null seyn. Die Wirkung von $A_0\ A_1$ auf diesen Rest oder auf den Theil $A_1\ A_2$ wird es also ebenfalls seyn. Damit also dieser letztere Theil im Gleichgewicht sey, ist es nöthig, daſs der Rest des Fadens in seiner Wirkung auf $A_1\ A_2$ ebenfalls Null sey; und fährt man so nach einander fort, so kommt man zu dem Schlusse, daſs die Molecular-Actionen, welche an den beiden Seiten irgend eines Theiles stattfinden, für sich 0 sind, in der ganzen Länge des Fadens, wie an den beiden Enden desselben.

Action eines jeden Moleculs darstellt. Die Molecular-Kräfte, für die man die Ausdrücke in dem ersten Paragraphen meiner Abhandlung findet, sind nach diesem Principe berechnet, und dennoch auf die möglichst einfache Form gebracht.

Die folgenden Paragraphen enthalten die Gleichungen des Gleichgewichts und der Bewegung, hergeleitet aus diesen Kräften und bezogen, sowohl auf alle Punkte, wie auf die Enden, von elastischen Saiten, Stäben, Membranen und Platten. Unter diesen Gleichungen sind diejenigen, welche sich auf den Umfang einer beliebig gebogenen elastischen Platte beziehen, und die, welche zu den Punkten einer eben gebliebenen Membrane oder Platte gehören, vorher noch nicht gegeben worden; die übrigen fallen mit den schon früher auf verschiedene Weisen gefundenen Gleichungen zusammen. Um die Gesetze der Schallschwingungen aus diesen Gleichungen herzuleiten, habe ich, wie oben gesagt, bei deren Integration die Iutegrale durch Reihen von particulären Lösungen einer jeden Aufgabe ausgedrückt. Die Coëfficienten dieser Reihen sind nach einer Methode bestimmt, die ich schon in einer andern Abhandlung gebraucht und, was ihre ganze Allgemeinheit und Gleichförmigkeit beweist, zu den verschiedenartigsten Anwendungen benutzt habe. Ein Vortheil dieser Methode ist: dafs sie zugleich ein Mittel liefert zum Beweise der Realität aller Wurzeln der transcendenten Gleichungen, von welchen die Coëfficienten der Zeit nnter den Sinus und Cosinus, nach welchen die Reihen geordnet sind, abhangen. Diefs ergiebt sich übrigens auch aus der Stabilität des Gleichgewichts aus welchem die Körper abgelenkt werden.

Die durch meine Analyse erhaltenen Resultate über die Messung der Töne und die Lage der Knotenlinien habe ich so viel wie möglich mit der Erfahrung zu vergleichen gesucht, und dazu die Versuche angewandt, welche die HH. Savart und Cagniard-Latour die Güte

hatten mir mitzutheilen. Man hat schon aus zwei Notizen im 36. Bande der *Annales de chimie et de physique* ersehen, wie merkwürdig die Rechnung mit der Erfahrung übereinstimmt *); fernere Belege dazu findet man weiter unten in dieser Abhandlung. Diese Uebereinstimmung bei den entscheidensten Punkten liefert eine gewichtige Bestätigung der Theorie, so wie zugleich einen neuen Beweis von der Geschicklichkeit der Beobachter und von der Genauigkeit ihrer Beobachtungen.

Ich will dieser zu meiner Abhandlung gehörenden Einleitung noch eine Anzahl der Resultate hinzufügen, welche den Physikern von Interesse seyn können.

I. Ich habe die Töne und die Knotenflächen einer Kugel bestimmt, in der alle Punkte, die gleich weit vom Mittelpunkt entfernt sind, in jedem Augenblick eine gleiche Bewegung in Richtung ihrer respectiven Radien besitzen.

II. Wenn ein elastischer Draht nach der Länge ausgezogen wird, und er sich dadurch in dem Verhältnisse $1:1+x$ verlängert, so nimmt zugleich sein Volumen in dem Verhältnisse $1:1+\frac{1}{2}x$ zu, und seine Dichte also umgekehrt in demselben Verhältnisse ab. Diese Volumensvergrößerung bei der Verlängerung hat schon Hr. Cagniard-Latour bei einem Messingdrahte bemerkt, und man kann daraus (dies. Ann. vorig. Bd. S. 516.) ersehen, wie genau das Resultat seines Versuchs mit dem unserer Rechnung übereinstimmt.

III. Es sey l die Länge einer ausgespannten Saite oder der Abstand zwischen den beiden festen Punkten, in denen sie sich endigt; α sey die Verlängerung in Folge der die Spannung bewirkenden Kraft oder eines entsprechenden Gewichts; n sey die Anzahl ihrer longitudinalen

*) Die eine derselben ist den Lesern schon im vorigen Bande dieser Annalen, S. 516., mitgetheilt; die andere folgt auszugsweise am Schlusse dieser Abhandlung. P.

Schwingungen innerhalb der Zeiteinheit, und n' die Anzahl ihrer transversalen Schwingungen in derselben Zeit; dann wird man haben:

$$\frac{n}{n'}=\sqrt{\frac{l}{a}}.$$

Bei einem von Hrn. Cagniard-Latour angestellten Versuche war:

$$l=14^{m},8;\ a=0^{m},05\quad \frac{n}{n'}=16,87,$$

welches Verhältnifs nur wenig von 17,204 abweicht, das zufolge der obigen Formel stattfinden mufs.

IV. Es sey a die Geschwindigkeit des Schalls in einem sehr dünnen und unendlich langem Stabe, und n die Anzahl der longitudinalen Schwingungen, welche ein an beiden Enden freier Stab von gleicher Substanz und der Länge l innerhalb der Zeiteinheit vollführt, so hat man:

$$a=\frac{2l}{n}.$$

Diese Formel war schon bekannt; aber es mufs hinzugesetzt werden, dafs die Geschwindigkeit des Schalls nicht dieselbe ist in einem Körper, bei dem man alle drei Dimensionen betrachtet. Bei gleicher Substanz wird sie dann im Verhältnisse $\sqrt{5}:\sqrt{6}$ vermehrt, und diefs veranlafst eine wesentliche Verschiedenheit zwischen der Fortpflanzung des Schalls nach der Länge einer starren Stange mit freier Oberfläche, und der nach der Länge einer in einem Kanale enthaltenen flüssigen Säule. Im letztern Falle ist nämlich die Geschwindigkeit dieselbe, wie in einer sich nach allen Richtungen bis in's Unbestimmte erstreckenden Masse von derselben Flüssigkeit. Die Geschwindigkeit a kann auch, wie schon Laplace bemerkt hat, aus der Contraction hergeleitet werden, welche ein Stück der Stange durch ein gegebenes Gewicht erleidet.

V. Man habe einen cylindrischen Stab, der an einem

Ende eingeklemmt und mit dem andern frei ist, und es bezeichne E das Moment einer Kraft, die an dem freien Ende, in einer gegen den Stab senkrechten Ebene wirkt. Ferner sey ε der Radius und ϱ die Dichte des Cylinders, so wie a die Geschwindigkeit des Schalls in einer Stange von gleicher Substanz. Ueberdiefs bezeichne x den Abstand irgend eines Punkts von dem festen Ende, ψ den Drehungswinkel an demselben Punkt, und π das Verhältnifs des Kreisumfangs zum Radius; dann wird man haben:

$$\psi=\frac{5Ex}{\pi\varepsilon^4 a^2 \varrho}$$

VI. Wenn, in demselben Falle, der Stab successiv um seine Axe und im Sinne seiner Länge schwingt, so wird das Verhältnifs der beiden Töne unabhängig seyn von der Substanz und von den Dimensionen des Stabes. Bezeichnet dann, für eine gleiche Zeit, n_1 die Zahl der drehenden und n die Zahl der longitudinalen Schwingungen, so hat man:

$$\frac{n}{n_1}=\tfrac{1}{2}\sqrt{10}.$$

Schon früher ist die Beständigkeit dieses Verhältnisses von Chladni bemerkt, aber nach ihm würde es gleich $\frac{3}{2}$ seyn. Nach den neuern Versuchen von Hrn. Savart würde es dagegen den Werth 1,6668 erhalten. Das Mittel aus beiden Resultaten der Erfahrung weicht wenig von 1,5811 ab, welches die Rechnung giebt.

VII. Es sey l die Länge eines cylindrischen an beiden Enden freien Stabes, ε sein Radius, n die Anzahl seiner longitudinalen Schwingungen in der Zeiteinheit, und n' die Anzahl seiner transversalen Schwingungen in derselben Zeit; dann wird man haben:

$$\frac{n'}{n}=(3{,}5608)\frac{\varepsilon}{l}.$$

Man kann aus der Notiz am Schlusse dieses Aufsatzes ersehen, wie merkwürdig diese Formel mit dem Versuche des Hrn. Savart übereinstimmt. In dieser

Formel, wie in den vorhergehenden, gehört die angegebene Schwingungsanzahl jedesmal zum tiefsten Ton, und mufs aus diesem nach den gewöhnlichen Regeln der Akustik abgeleitet werden.

VIII. Ich habe die verschiedenen Töne einer nach allen Richtungen gleichmäfsig ausgespannten und transversal schwingenden Membrane bestimmt, für den Fall, dafs diese Membrane ein Rechteck sey, dessen vier Seiten man befestigt habe. Ich habe auch für denselben Fall alle Systeme von Knotenlinien bestimmt, und gezeigt, dafs ihre Anzahl unendlich seyn kann, obgleich der Ton derselbe bleibt, sobald die Seiten der Membrane gleich sind oder ein gemeinschaftliches Maafs haben.

IX. Es sey p das Gewicht einer kreisrunden Membrane, P die an allen Punkten ihres Umfangs wirkende und nach allen Richtungen eine gleiche Spannung hervorbringende Kraft, g das Maafs der Schwerkraft, und n die Anzahl der transversalen Schwingungen der Membrane in der Zeiteinheit, in Bezug auf deren tiefsten Ton, und in der Voraussetzung, dafs die gleich weit vom Mittelpunkt entfernten Punkte derselben in jedem Augenblick eine gleiche Bewegung besitzen; dann wird man haben:

$$n = (0{,}6784)\sqrt{\frac{Pg}{p}}.$$

Da P und p sich gleich bleiben, so ist diese Zahl, wie man sieht, unabhängig von dem Radius der Membrane. Beim Uebergange von dem tiefsten Ton zu dem nächstfolgenden, wächst sie in einem etwas geringeren Verhältnisse, als dem von 2:5. Der letztere Ton wird von einer Knotenlinie begleitet, deren Radius 0,4347 ist, den Radius der Membrane dabei als Eins gesetzt. Versuche, mit denen ich diese Resultate der Theorie hätte vergleichen können, habe ich nicht gefunden.

X. Ich habe die Töne und Knotenlinien einer kreisnden Scheibe bestimmt, auf der alle, gleich weit vom ittelpunkt entfernte, Punkte in jedem Augenblick die-

selbe Geschwindigkeit besitzen für die Fälle, dafs der Umfang der Scheibe entweder eingeklemmt oder blofs gestützt oder ganz frei sey. Im letztern Fall ist das Verhältnifs zwischen den beiden tiefsten Tönen einer und derselben Scheibe $=4{,}316$. Hr. Savart hat für diefs Verhältnifs eine Zahl erhalten, die zwar etwas gröfser ist als 4, aber um einen merklich kleineren Bruch als den von mir gefundenen. Derselbe glaubt indefs, dafs der Unterschied zwischen der Rechnung und Erfahrung nicht aufser den Gränzen der bei diesen Beobachtungen möglichen Fehler liege.

XI. In demselben Falle ist der tiefste Ton von einer Knotenlinie begleitet, und der nächst höhere von zwei ähnlichen Linien. Nimmt man den Radius der Scheibe zur Einheit, und nennt r den Radius der ersten Knotenlinie, r_1 und r_2 die Radien der beiden andern, so giebt die Rechnung:

$$r=0{,}6806;\ r_1=0{,}3915;\ r_2=0{,}835.$$

Hr. Savart hat diese Radien bei drei Kupferscheiben von verschiedener Gröfse gemessen und folgende Werthe gefunden:

1) $r=0{,}6819;\ r=0{,}6798;\ r=0{,}6812,$

welche sehr wenig von einander abweichen, und im Mittel sehr nahe mit dem berechneten übereinstimmen; ferner

2) $r_1=0{,}3855;\ r_1=0{,}3876;\ r_1=0{,}3836;$

Resultate, die sowohl unter sich, als auch mit dem Resultate der Rechnung dieselbe Uebereinstimmung zeigen; und endlich:

3) $r_2=0{,}8410;\ r_2=0{,}8427;\ r_2=0{,}8406,$

welche gleichfalls auf eine sehr merkwürdige Weise mit dem von der Rechnung gelieferten Werth von r_2 übereinkommen.

XII. Endlich sey n die Zahl der Schwingungen entsprechend dem tiefsten Ton, welchen ein an beiden Enden freier Stab in der Zeiteinheit zu geben vermag, der

Ra-

Radius und $2l$ die Länge dieses Stabes. Man bezeichne ferner mit n_1 die Anzahl der Schwingungen, welche für dieselbe Zeit dem tiefsten Tone einer kreisrunden Scheibe entspricht, die aus gleicher Materie besteht, am Rande gänzlich frei ist, die Dicke 2ε und den Radius l besitzt; dann wird man haben:

$$\frac{n_1}{n} = (3{,}3746)\frac{\varepsilon}{l};$$

eine Formel, zu deren Verificirung es nöthig ist, dafs man die Dicke der Platte und den Durchmesser des Stabes mit grofser Genauigkeit messe, weil diese Elemente auf die Schwingungen beider Körper Einflufs haben.

Die Discussion, welche sich nach Vorlesung meiner Abhandlung in der Academie erhoben hat, nöthigt mich zu der Bemerkung, dafs dieselbe aus zwei Theilen besteht, von welchen der eine, ganz specielle, sich auf akustische Aufgaben bezieht, die übersichtlich in dem Vorhergehenden enthalten, und bisher noch von Niemanden behandelt worden sind; der andere enthält allgemeine Betrachtungen über die Molecular-Actionen und über den Ausdruck für die aus ihnen entspringenden Kräfte. Es ist darin gezeigt, dafs es zur Erlangung dieser Ausdrücke nöthig sey, der Function des Abstandes, welche die gegenseitige Action zweier Molecule ausdrückt, einige Beschränkung zu geben, und dafs es nicht hinreicht, wie man bisher angenommen hatte, dafs diese Function zu denen gehöre, welche bei einer merklichen Gröfse der Variablen unmerklich werden. Es ist auch darin gezeigt, dafs die Summe, welche die totale Resultante der Molecular-Actionen nach allen Richtungen ausdrückt, nicht von der Art sey, dafs sie in ein Integral verwandelt werden könne. Diefs ist gleichfalls noch nicht bemerkt worden, und dennoch wesentlich, weil die Darstellung dieser Resultante durch ein bestimmtes Integral den Coëfficienten derselben, nach der Veränderung, welche die

Form des Körpers durch gegebene Kräfte erleidet, Null machen, also auch die Bildung der Gleichgewichtsgleichungen für denselben unmöglich machen würde. Nachdem endlich die allgemeinen Gleichungen für das Gleichgewicht eines elastischen Körpers von beliebiger Form, unter Berücksichtigung der verschiedenen von mir nachgewiesenen Umstände, aufgestellt sind, habe ich diejenigen aus ihnen abgeleitet, welche sich auf elastische Saiten, Stäbe, Membranen und Platten beziehen. Diese Herleitung, welche meines Wissens bisher noch Niemand versucht hat, erfordert analytische Transformationen, deren Auffindung mir, selbst für den einfachsten Fall, nämlich den der elastischen Saite, viele Zeit gekostet hat.

Auszug aus der auf S. 394. erwähnten Notiz über die Schwingungen tönender Körper.

Ein und derselbe elastische Stab kann auf vier verschiedene Weisen schwingen. Er macht: 1) *longitudinale* Schwingungen, wenn man ihn der Länge nach auszieht oder zusammendrückt, 2) *normale* Schwingungen, wenn dasselbe senkrecht gegen seine gröfste Dimension geschieht, 3) *drehende* Schwingungen, wie Chladni sie nennt, welche vermöge einer Drehung um die Axe stattfinden, und endlich 4) *transversale* Schwingungen, welche durch Biegungen hervorgerufen werden. Diese vier Arten von tönenden Schwingungen hängen von der Steifigkeit einer und derselben Masse ab, und müssen daher mit einander in Zusammenhang stehen, so dafs sich, wenn der Ton, welcher den Schwingungen einer Art entspricht, bekannt ist, daraus der Ton einer jeden der drei andern Schwingungsarten herleiten lassen mufs. Diefs ist eins der Probleme, dessen vollständige Lösung man in meiner Abhandlung findet.

Die Gesetze der longitudinalen Schwingungen sind dieselben, wie die der Luft in den Flöten, wenigstens

dann, wenn man beim Stabe den Einfluſs der Dicke vernachlässigt. Die normalen Schwingungen sind zu verwickelt, als daſs ich die Gesetze derselben in dieser Notiz angeben könnte; ich bemerke daher nur, daſs sie die longitudinalen begleiten, und daſs man ihnen die Menge von Knoten zuschreiben muſs, die, wie wir es durch Hrn. Savart wissen, von der Dicke abhängig sind. Was die drehenden Schwingungen betrifft, so hat Chladni gefunden, daſs, wenn ein Stab mit einem Ende eingeklemmt und mit dem andern frei ist, derselbe, beim Schwingen durch Drehung, einen um eine Quinte tieferen Ton giebt, als bei den Schwingungen nach der Länge *); oder mit andern Worten, daſs der Ton, welchen er im ersten Falle giebt, derselbe ist, welchen er im zweiten Falle gäbe, wenn er in dem Verhältnisse 2:3 verlängert würde. Ich beweise nun, daſs dieses Verhältniſs gleich $2:\sqrt{10}$ seyn muſs, was kaum um ein Zwanzigstel von dem von Chladni gefundenen Resultate abweicht; der Unterschied kann auch um so mehr vernachlässigt werden, wenn man erwägt, daſs Chladni sich begnügte, das Resultat in runden Zahlen anzugeben.

Das Verhältniſs der transversalen Schwingungen zu den longitudinalen hängt von der Form des Stabes ab. Ich habe es bestimmt sowohl für den Fall, daſs die Stäbe cylindrisch, als auch für den, daſs sie parallelepipedisch seyn. Handelt es sich z. B. um einen Stab, der an beiden Enden frei ist und seinen möglichst tiefsten Ton giebt, und bezeichnet man: mit l seine Länge, mit n die Zahl seiner longitudinalen Schwingungen, mit n' die seiner transversalen, und endlich mit e seine Dicke, im Fall er parallelepipedisch ist, oder seinen Durchmesser, im Fall er cylindrisch ist, so hat man:

*) Bei Anstellung dieses Versuches muſs man vorzugsweise cylindrische Stäbe anwenden, und vermeiden, daſs neben den drehenden Bewegungen zugleich transversale Schwingungen entstehen. Man sehe Chladni's Akustik, S. 110.

im ersten Falle: $n' = (2{,}05610)\frac{ne}{l}$

und im letzten Falle: $n' = (1{,}78063)\frac{ne}{l}$

von den zwischen den Parenthesen befindlichen Zahlen ergiebt sich die zweite aus der ersten durch Multiplication derselben mit $\frac{1}{2}\sqrt{3}$.

Da ich begierig war, diese Formeln mit der Erfahrung zu vergleichen, so konnte ich mich an Keinen besser wenden, als an Hrn. Savart, welcher die Güte hatte, mir die folgenden, mit Stäben von verschiedenen Substanzen und Dimensionen angestellten Beobachtungen mitzutheilen. Die longitudinalen Schwingungen wurden an der ganzen, beinahe einen Meter betragenden, Länge der Stäbe beobachtet; man führte diese Länge auf ihr Achtel zurück, durch das bekannte Gesetz, dafs die Zahl dieser Schwingungen sich umgekehrt wie die Längen verhalten. Mit diesem Achtel wurden die transversalen Schwingungen beobachtet. Die Zahlen n und n' leitete man aus dem Tone ab, der in beiden Fällen entstand, und der mit grofser Genauigkeit festgesetzt wurde. Die folgende Tafel enthält nun diese Versuche verglichen mit den obigen Formeln.

	Beobachtet	Berechnet.	Diff.
1. Parallelepipedischer Stab v Messing; $l=\frac{1}{8}(0^m,825)$; $e=3^{mm},92$; $n=34133$; $n'=$	2667	2668	+ 1
2. Cylindrischer Stab von Messing; $l=\frac{1}{8}(0^m,825)$; $e=4^{mm},8$; $n=34133$; $n'=$	2844	2829	−15
3. Cylindrischer Stab von Kupfer; $l=\frac{1}{8}(0^m,825)$; $e=3^{mm},4$; $n=36864$; $n'=$	2133	2164	+31
4. Cylindrischer Stab von Eisen; $l=\frac{1}{8}(0^m,880)$; $e=5^{mm},0$; $n=45514$; $n'=$	3686	3683	− 3
5. Parallelepipedischer Stab von Glas; $l=\frac{1}{8}(0^m,967)$; $e=6^{mm},4$; $n=42667$; $n'=$	4608	4645	+37
6. Parallelepipedischer Stab von Glas; $l=\frac{1}{8}(0^m,967)$; $e=2^{mm},6$; $n=42667$; $n'=$	1843	1887	+44
7. Parallelepipedischer Stab v. Büchenholz; $l=\frac{1}{8}(0^m,8925)$; $e=2^{mm},8$; $n=40960$; $n'=$	2048	2114	+66

Bei den fünf ersten Versuchen sind die Unterschiede zwischen der Rechnung und Beobachtung sehr unbeträchtlich, weil der gröſste sich nicht bis zum $\frac{1}{70}$ Theil des berechneten n' erhebt. Beim sechsten ist der Unterschied etwas gröſser, aber dennoch steigt er nicht bis zum $\frac{1}{40}$ Theil von n'. Man kann diesen Umstand den Ungleichheiten in der Dicke zuschreiben, welche einen gröſseren Einfluſs hatten, weil der Stab unter den angewandten der dünnste war. Da die Substanz, die Gestalt und die Länge dieselben waren wie beim fünften Versuch, so müssen die Werthe von n' proportional den Dicken seyn, und dieſs giebt, aus dem Resultate des fünften Versuches abgeleitet, 1872 für den sechsten Werth von n', welche Zahl nur um $\frac{1}{120}$ von der durch Rechnung gefundenen 1887 abweicht. Bei dem siebenten Versuch ist der Unterschied zwischen der Rechnung und Beobachtung am gröſsten, indem er hier auf $\frac{1}{32}$ von n' steigt. Man könnte ihn auch hier noch den unvermeidlichen Beobachtungsfehlern zuschreiben, da z. B. ein Fehler von nur 0,1 Millimeter in dem Werthe von e hinreichte, ihn gänzlich zu tilgen; allein es ist auch möglich, daſs unsere Formeln nicht auf einen Stab von Holz anwendbar sind, da man diesen als ein System von Längenfasern betrachten darf, welches im Sinne der Dicke nicht gleiche Rigidität wie im Sinne der Länge hat. Da diese Rigidität in ersterer Richtung schwächer ist als in der zweiten, so begreift man, daſs auch die Zahl der transversalen Schwingungen geringer seyn muſs, als wir sie aus der Zahl der Längenschwingungen hergeleitet haben. Dieſs stimmt mit dem letzten Versuche überein.

Man bemerke endlich, daſs in den beiden ersten Versuchen die Länge l und die Substanz des Stabes gleich waren, und daſs also die Zahl n' der transversalen Schwingungen in beiden Fällen proportional seyn würden den Dicken e, wenn der Stab dieselbe Form gehabt hätte. Der zweite Werth von n', aus dem ersten

hergeleitet, würde dann 3265 seyn, statt 2844, wie ihn die Beobachtung gegeben hat. Der Unterschied, welcher zwischen beiden Zahlen da ist, zeigt deutlich den Einfluſs der Form des Stabes; und wirklich muſs man nach Theorie, wenn man, bei Gleichheit aller übrigen Umstände, von parallelepipedischen Stäben zu cylindrischen übergehen will, die Zahl n' in dem Verhältnisse $2:\sqrt{3}$ vermindern, und dieſs reducirt die erste Zahl 3265 auf 2828, welche nur sehr wenig von der beobachteten abweicht.

Weil man die Töne, welche elastische Stäbe bei ihrem Schwingen geben, mit sehr groſser Genauigkeit schätzen kann, so folgt daraus, daſs dieſs ein Mittel zur Bestimmung der Rigidität verschiedener Substanzen liefert, und daſs man aus der Biegung und Dehnung ihre Resistenz ableiten kann *). Ich werde in meiner Abhandlung dieſs Verfahren mit der Erfahrung vergleichen, und zeigen, daſs es eines gleichen Grades von Genauigkeit fähig ist.

II. *Versuche über die Dichtigkeit, Elasticität, Schmiedbarkeit und Stärke des gewalzten und geschmiedeten Eisens;* *von Lagerhjelm.*

Diese Versuche, welche von dem Verfasser auf Kosten der hüttenmännischen Gesellschaft (Bruks-Societet) in Stockholm angestellt, und in einem im vorigen Jahre unter dem Titel: *Försök at bestämma valsadt och smidt jerns täthet etc.*, erschienenen Werke ausführlich beschrieben sind, haben zwar zunächst eine practische Beziehung, indem sie hauptsächlich beabsichtigen, den Einfluſs der verschiedenen Bereitungsarten des Eisens auf die Güte desselben zu ermitteln; da sie indeſs mit groſser Genauigkeit ange-

*) Man sehe S. 409. P.

stellt sind, so hat es nicht fehlen können, dafs sie auch manches Resultat gegeben haben, welches in rein wissenschaftlicher Hinsicht von Interesse ist. Es wird daher nicht unzweckmäfsig seyn, die Leser mit einigen der Hauptresultate dieser schätzbaren Untersuchung bekannt zu machen, und es möchte diefs nicht besser geschehen können, als durch Mittheilung des Abrisses, welchen Berzelius in seinem 8. Jahresberichte, S. 71. d. O., von derselben aufgenommen hat.

Die Metalle, heifst es daselbst, sind im Allgemeinen bekanntlich innerhalb gewisser Gränzen vollkommen elastisch, und aufserhalb dieser Gränzen dehnbar. Wenn eine Metallstange mit einem Ende an einem unbeweglichen Gegenstand befestigt ist und am andern Ende eine Kraft die Stange zu verlängern sucht, so wird dieselbe um ein Gewisses verlängert, und zwar um so mehr, je gröfser die Kraft ist. So lange diese Kraft eine gewisse, von der Natur und dem Querschnitt der Metallstange abhängige, Gröfse nicht übersteigt, nimmt die Stange, nach aufgehobener Wirkung der Kraft, vollkommen ihre frühere Länge wieder an. Wird aber die Kraft über diese Gröfse verstärkt, so nimmt die Stange nicht mehr ihre frühere Gestalt an, und sie bleibt ausgestreckt. Das Maximum von Kraft, welches sich anwenden läfst, ohne dafs das Metall sein Vermögen, auf die früheren Dimensionen zurückzukommen, verliert, ist das; was die *absolute Stärke* des Metalles ausmacht; und die Verlängerung, welche die Stange durch dieses Kraft-Maximum erleidet, und wodurch man also erfährt, wie viel die Stange ohne bleibende Streckung zu erleiden verlängert werden kann, wird ihre *Elasticitäts-Gränze* genannt. Innerhalb dieser Gränze sind die Metalle vollkommen elastisch, und ihr Widerstand wächst in demselben Grade wie die auf sie einwirkende äufsere Kraft, welcher auch die Verlängerung der Stangen sehr nahe proportional ist. Die Zahl, welche diefs Verhältnifs zwischen der Ausziehung und der zu

ihr erforderlichen Kraft ausdrückt, wird *Elasticitäts-Coëfficient* oder *Elasticitäts-Modulus* genannt. Aufserhalb der Elasticitätsgränze bewirkt die äufsere Kraft eine bleibende Gestaltveränderung; das Metall verlängert sich in der Richtung, in welcher die Kraft wirkt, und sein auf dieser Richtung senkrechter Querschnitt nimmt in demselben Maafse ab. Diese Eigenschaft, welche auf eine Verschiebbarkeit der Theilchen hindeutet, macht die *Dehnbarkeit* der Metalle aus.

Die Aufsuchung des Zusammenhanges zwischen diesen Eigenschaften ist eine interessante Aufgabe in der physikalischen Moleculartheorie; sehen wir jetzt welchen Beitrag die Lagerhjelm'schen Versuche zur Lösung dieser Aufgabe geliefert haben.

Die Versuche wurden mit Eisenstangen, die ungefähr $\frac{1}{2}$ Decimalzoll im Durchmesser hielten, angestellt, und zwar auf vier verschiedene Weisen, nämlich durch Ziehen, Biegen, Drehen und Strecken. Von diesen Methoden ist die der Ausziehung unstreitig die zuverlässigste, weil man durch sie das Verhältnifs zwischen der Verlängerung und der Kraft geradezu erhält, während dagegen dasselbe aus den drei übrigen Beobachtungsarten erst durch eine weitläuftige Berechnung zu erhalten ist.

Zu den merkwürdigsten Resultaten seiner Versuche gehört das: *dafs alle Arten von Eisen, sie mögen hart, weich oder brüchig seyn, denselben Grad von Elasticität zu besitzen scheinen*, d. h. dafs alle Eisensorten, bei gleichen Dimensionen und *innerhalb der Elasticitäts-Gränze*, durch eine gleiche Kraft allemal eine gleiche Ausziehung erleiden. Zwar haben die Versuche bei verschiedenen Stangen kleine Ungleichheiten in dem Werthe des Elasticitäts-Coëfficienten zu erkennen gegeben; allein es ist schwer zu entscheiden, in wie weit diefs nur von einer mangelhaften Homogenität der angewandten Eisen-

stangen herrührt. Der Coëfficient schwankte im Mittel nur zwischen 1033 und 1097.

Auch die Härtung scheint keinen Einfluſs auf die Elasticität zu haben. Es wurden nämlich zwei Stimmgabeln von gleichen Dimensionen und aus derselben Stahlsorte verfertigt, so daſs sie beim Anschlagen denselben Ton gaben. Als hierauf die eine gehärtet wurde, gab sie dessen ungeachtet denselben Ton wie die andere, was doch nicht geschehen konnte, wenn die Elasticität eine Veränderung durch den Härtungsproceſs erlitten hätte.

Man hat früher allgemein angenommen, daſs, innerhalb der Elasticitäts-Gränze, die Ziehkraft der durch sie bewirkten Ausziehung genau proportional sey. Lagerhjelm's Versuche haben, und wie es scheint ganz bestimmt, eine kleine *Variation* in dem *Elasticitäts-Coëfficienten* zu erkennen gegeben, so daſs, wenn man sich der Elasticitäts-Gränze nähert, die Ausziehung ein wenig geringer wird, als es nach dem angegebenen Verhältnisse zu der Ziehkraft seyn sollte. Dieſs ist theils durch directe Ausziehungs-Versuche, theils durch Schwingungs-Versuche bewiesen worden.

In der *Elasticitäts-Gränze* haben die Versuche bedeutende Schwankungen gezeigt, eben so wie in der *absoluten Stärke*, welche beide zufolge der Beobachtungen einander nahe proportional sind, wie sie auch seyn müssen, im Fall der Elasticitäts-Coëfficient nur unbedeutend variirt. Das harte Eisen besitzt eine gröſsere Elasticitäts-Gränze als das weiche, eben so wie es auch eine gröſsere absolute Stärke besitzt, obgleich die Elasticität bei beiden wiederum gleich ist. Wenn eine Stange ausgestreckt wird, bleibt zwar ihre Elasticität unverändert, aber die Elasticitäts-Gränze ist bedeutend erweitert, und mit dieser hat auch die absolute Stärke zugenommen. Dieſs ist die Ursache, weshalb ein Eisendraht, welcher durch einen Drahtzug gegangen ist, im Verhältniſs zu seinem

Durchmesser eine gröfsere Stärke besitzt, als geschmiedetes Eisen; eine Beobachtung, welche schon Seguin gemacht und zur Errichtung von weniger hängenden Eisendraht-Brücken angewandt hat.

Was die *Dehnbarkeit* betrifft, so hat Lagerhjelm als *Maafs* derselben die Kraft angenommen, welche erfordert wird, um eine Stange von gegebenen Dimensionen um ein gewisses Stück zu strecken. Dieses Maafs mufs natürlicherweise bei den verschiedenen Eisenarten sehr ungleich ausfallen. Als *Gränze* der Dehnbarkeit hat er die Verlängerung genommen, welche eine Stange ohne Zerreifsung ertragen kann. Zwischen dieser Gränze und der Elasticitäts-Gränze hat er ein sehr einfaches Verhältnifs beobachtet. Wenn Δ das Stück ist, um welches die Stange beim Zerreifsen gestreckt wird, und C die Elasticitäts-Gränze derselben bezeichnet; so ist

$$C\sqrt{\Delta} = \text{Constans.}$$

Wie zuvor bemerkt ist, scheint die Bereitungsart des Eisens, keinen oder wenigstens nur einen höchst unbedeutenden Einflufs auf die Elasticität desselben auszuüben; dagegen hat die Bereitungsart bestimmt einen Einflufs auf die absolute Stärke, auf die Homogenität und Dehnbarkeit des Eisens. Lagerhjelm's Versuche haben, hinsichtlich dieses für die Behandlung des Eisens so wichtigen Gegenstandes, mehrere bestimmte Resultate gegeben; es ist aber durchaus nöthig, sie in dem Werke selbst nachzusehen.

Lagerhjelm hat auch, bei dem Zerreifsen einer Eisenstange, eine merkwürdige Veränderung in dem specifischen Gewichte derselben bemerkt. Er fand nämlich, dafs das specifische Gewicht an der Stelle, wo die Stange abrifs, und wo also dieselbe verhältnifsmäfsig die gröfste Streckung erlitten hatte, geringer war als an andern Stellen. Der Versuch wurde bei mehreren Stangen wiederholt und immer mit demselben Resultate. Im Mittel war das spec. Gewicht bei dem ungestreckten Eisen $= 7{,}821$, und an

dem abgerissenen Ende =7,777. Diefs ist um so sonderbarer, weil an der Stelle, wo das Eisen abreifst, immer eine bedeutende Wärmeentwicklung statt findet, und diefs voraussetzen liefse, dafs das Eisen hier dichter würde.

Poisson ist seinerseits durch eine mathematische Untersuchung dieses Gegenstandes auch zu dem Schlufs gekommen, dafs bei der Ausziehung eine Volumsvergröfserung stattfinde, und zwar dadurch, weil der Querschnitt des ausgezogenen Stücks sich nicht in dem Grade vermindert, in welchem die Längendimension zunimmt *). Poisson, welcher eine mathematische Formel zur Berechnung der Gröfse dieser Volumensveränderung gegeben hat, stützt sich hiebei auf einen Versuch von Cagniard de la Tour, der aber nicht so entscheidend ist, wie der von Lagerhjelm.

Aufser den Versuchen über die Elasticität des Eisens hat Lagerhjelm auch die des *Kupfers*, *Silbers* und *Blei's* durch Schwingungen untersucht. Die Resultate dieser Versuche zeigen, dafs das Eisen ungefähr $1\frac{1}{2}$ Mal elastischer ist als das Kupfer, $2\frac{1}{2}$ Mal elastischer als das Silber und 10 Mal elastischer als das Blei.

Endlich hat Lagerhjelm bei diesen Metallen auch einen Vergleich angestellt zwischen dem direct erhaltenen Werth für ihre Elasticität und dem, welchen man aus dem akustischen Verhalten derselben ableiten kann **). Es ist nämlich bekannt, dafs die Schnelligkeit, mit welcher sich der Schall in einem Körper fortpflanzt, hauptsächlich auf dieser Elasticität beruht, so dafs man aus derselben die Fortpflanzungsgeschwindigkeit desselben durch eine einfache Formel berechnen kann, wenn man die geringe Beschleunigung vernachlässigt, welche in der Schnelligkeit dadurch entsteht, dafs vermöge der Condensationen

*) Man sehe dies. Ann, vorig. Bd. S. 516.

**) *K. Vetensk. Acad. Handling.* für 1827.

bei den Schallvibrationen etwas Wärme frei wird. Diese Beschleunigung kann hier um so eher vernachlässigt werden, als sie bei den starren und flüssigen Körpern weit geringer ist, als bei den Gasen.

Es ist ferner bekannt, dafs wenn eine Stange von einem starren Körper, mit einem ihrer Enden befestigt und darauf in longitudinale Erzitterungen versetzt wird, die zur Vollbringung einer Schwingung nöthige Zeit genau derjenigen gleich ist, welche der Schall gebraucht, um die Stange der Länge nach zu durchlaufen. Aus dem Tone also, welchen die Stange in diesem Falle giebt, erhält man genau die Fortpflanzungsgeschwindigkeit, und folglich kann man auch aus dem Tone der Stange die Elasticität derselben berechnen. Versuche über die Töne, welche mehrere starre Körper geben, wenn man sie in longitudinale Schwingungen versetzt, sind früher von Chladni und Savart angestellt worden, und unter andern haben sie auch diese Töne bei Eisen-, Kupfer- und Silberstangen untersucht. Der Vergleich, welchen Lagerhjelm zwischen der aus diesen Tönen berechneten, und der durch seine Versuche gefundenen Elasticität angestellt hat, zeigt eine so genaue Uebereinstimmung, wie man sie nur wünschen kann, und giebt zugleich einen kräftigen Beweis von der Richtigkeit der mathematischen Theorie der Schallfortpflanzung.

Lagerhjelm's Versuche geben, wenn man das Schiffpfund zur Gewichtseinheit und die Decimalquadratlinie zur Flächeneinheit annimmt, für das Eisen dem Elasticitätscoëfficienten =1070. Eine Berechnung von Savart's Versuche über die Töne von Eisenstangen geben denselben =1033.

Beim Kupfer geben Schwingungsversuche den Coëfficienten 695, die Berechnung der Savart'schen Tonversuche dagegen 677.

Beim Silber geben Schwingungsversuche den Coëfficienten 443; aus der Berechnung der Chladni'schen

Versuche über die Töne einer Silberstange findet man ihn =461.

Die folgende Tafel enthält die Elasticitäts-Coëfficienten mehrerer Körper, wie sie Lagerhjelm theils aus seinen und Anderer Versuche über die Elasticität, theils durch Berechnung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalls gefunden hat.

Stangeneisen	1070	. . Lagerhjelm
Kupfer	686	. . Lagerhjelm
Gufseisen	658	. . Tredgold
Messing, gezogen	522	. . Savart und Chladni
Silber	443	. . Lagerhjelm
Glas	368	. . Chladni
Messing, gegossen	325	. . Tredgold
Blei	118	. . Lagerhjelm
Wasser	108	. . Colladon und Sturm.

Hienach scheint es also, dafs das Eisen zum wenigsten 10 Mal elastischer ist als das Wasser.

III. *Ueber das Zerreifsen von Harzmassen, welche ein gröfseres Volumen besitzen, als ihnen nach ihrer Temperatur zukommt;*
von Otto Unverdorben.

Wird ungefähr eine halbe Unze helles Colophon in einer flachen, 2 bis 3 Zoll weiten Porcellanschale geschmolzen, und zwar eine Zeit lang, damit sich das ätherische Oel desselben meist verflüchtige, so erhält man, nachdem es ruhig erkaltet ist, eine durchsichtige, stark am Gefäfse haftende Masse. Versucht man jetzt einen Rifs, auch nur den feinsten, auf der ebenen Harzfläche hervorzubringen, so zerspringt die ganze Masse, unter einem schwachen Geräusch, plötzlich in Risse, die von

der verletzten Stelle nach der Peripherie auslaufen. Indeſs behält die so zerrissene Masse noch einigen Zusammenhalt.

Die Figuren 1. bis 4. Taf. V. stellen die Oberflächen solcher Harzmassen in halber Gröſse vor. Bei Fig. 1. ist der Theil *baedc* im Verhältniſs zu der übrigen Fläche etwas gröſser, wie in der Wirklichkeit, gezeichnet, um die einzelnen Punkte deutlich zu zeigen; auch sind der Deutlichkeit halber die kleinen Querrisse fortgeblieben, welche oft die von der Mitte auslaufenden Risse mit einander verbinden.

Colophon, welches seinen Gehalt an ätherischem Oele durch langes Schmelzen ganz verloren hat, reiſst leicht und oft von selbst während des Erkaltens; doch erträgt es das Erkalten noch leicht, wenn es in der Schale eine sehr dünne Schicht bildet, wo dann die Zusammenziehung der Harztheile, in Richtung der Oberfläche, durch die Adhäsion der Masse zum Boden der Schale sehr geschwächt wird.

Einige Tropfen fetten Oeles mit einem solchen spröden Colophon (ungefähr 10 Tropfen auf 10 Gramm.) in einer Porcellanschale geschmolzen, benehmen diesem oft die Eigenschaft, beim Erkalten von selbst zu zerreiſsen. Dann reiſst die Harzfläche nur, wenn man ihre Oberfläche verletzt, z. B. mit einer Nadel ritzt. Colophon, das durch zu kurzes Schmelzen noch zu viel ätherisches Oel behalten hat, oder dem zu viel fettes Oel hinzugesetzt worden ist, reiſst auf keine Weise.

Wenn man erhitztes, von ätherischem Oele befreites Colophon in dünne Fäden zieht, so kann man an diesen beobachten, daſs das Colophon sowohl einen gewissen Grad von Elasticität besitzt, als auch einen gewissen Grad von Biegsamkeit oder Streckbarkeit, vermöge welcher es die beim Biegen erhaltene Gestalt mehr oder weniger beibehält.

Das Zerreiſsen der Harzmassen wird also abhangen:

1) Von der Streckbarkeit, die sehr gering ist, wenn das Harz kein ätherisches Oel enthält, die aber desto bedeutender wird, je mehr ätherisches oder fettes Oel mit demselben verbunden ist. — 2) Von der Elasticität derselben, die in dem Grade wächst, als die Streckbarkeit abnimmt. — 3) Von der Kraft, mit der sich das schon erstarrte Harz durch weiteren Wärmeverlust zusammenzuziehen strebt. — 4) Von der Cohäsion des Harzes und seiner Adhäsion zum Gefäfs. — 5) Von der Ursache, die das Zerspringen einleitet.

Wenn diese fünf Gröfsen bekannt wären, liefse sich wahrscheinlich das Phänomen des Zerreifsens der Harzmassen dem Calcul unterwerfen; denn einzusehen ist, dafs dieses Aufreifsen einem Gesetze folgen mufs.

In Praxis ist es mir jedoch nicht gelungen, ein ganz regelrechtes Aufreifsen der Harzmassen zu bewirken. Denn, wenn auch das Gefäfs regelmäfsig ausgeschliffen ist, wird doch das Aufreifsen durch die geringste Unregelmäfsigkeit im Schmelzen oder Abkühlen, durch kleine Blasen oder sonstige Gegenstände im Harze mannigfach gestört.

Am Regelmäfsigsten geschieht noch das Aufreifsen, wenn man das Harz in einem Leinölbade, in kugelförmig geschliffenen Gefäfsen oder in Uhrgläsern, so lange erhitzt, jedoch gelinde, damit sich keine Blasen bilden, bis das Harz zwischen den Zähnen, ohne zu kleben, völlig spröde erscheint, hierauf das Gefäfs mit einer Pappschachtel bedeckt, und nun es ruhig erkalten läfst. Bei einem schnellen Erkalten an der Luft wird die Harzmasse, durch ungleiche Zusammenziehung, fadenartig.

Die Erscheinung hat also darin ihren Grund, dafs das Harz, indem es erstarrt, sich fest an die Wände des Gefäfses legt, und vermöge seiner Adhäsion zu diesen sich nicht stärker als das Gefäfs zusammenziehen kann. Das Harz, sich selbst überlassen, zieht sich aber bei gleichem Wärmeverlust stärker zusammen als Porcellan, Glas,

Blei und Gold. Dadurch wird das Harz in einem Zustand von Spannung versetzt, vermöge welcher, wenn einmal eine äufsere Ursache, als Stofs, u. s. w., die Cohäsion des Harzes an einer Stelle unterbrochen hat, die ganze Masse nach verschiedenen Richtungen aufgerissen und vom Gefäfse abgetrennt wird.

Es stelle nämlich Fig. 1. Taf. V. die in dem Gefäfse erstarrte Harzmasse vor, welche in *a* mit einem Rasirmesser in Richtung *be* berührt worden ist, und dadurch in derselben Richtung einen feinen Rifs erhalten hat. Es sey ferner Fig. 6. Taf. V. ein Durchschnitt der Harzmasse, nach Richtung *ut* (Fig. 1.) durch *a* gelegt, und *bac* ein Durchschnitt des Risses, den das Messer in die Harzmasse *dike* gemacht hat. Vermöge seiner Elasticität wird sich nun der Theil *beaf* in der Richtung *af* zusammenziehen, eben so der Theil *dcga* in Richtung *ag*. Durch diese Zusammenziehung und den damit verbundenen Stofs wird nun die Harzmasse nach der Richtung *ah* aufreifsen, und dieser Rifs, unter fortwährendem Zusammenziehen der rechts und links von ihm liegenden Theile *afhk* und *gaih*, bis *h* wachsen, wo dann seine Seiten *rh* und *sh*, wie Fig. 7. zeigt, eine krummlinige Gestalt annehmen. Hiedurch wird nun nothwendig auf das Harz in *h* ein Zug von *h* nach *t*, in Richtung der Tangente der Curve, ausgeübt, und vermöge dieses Zuges und des mit dem Wachsen des Risses verbundenen Stofses wird sich das Harz in *h* von dem Gefäfse ablösen.

Kehrt man zu Fig. 1. zurück, so wird da, wo die Linie *bae* war, eine Lücke entstanden seyn, die, wie Fig. 8. vielfach vergröfsert darstellt, von krummlinigen Rändern *er*, *rb*, *bs*, *se* begränzt ist. Diese Ränder befinden sich offenbar in einem erhöhten Zustande von Spannung, da sie gröfser geworden als *ea* und *ab* (Fig. 1.), und da sie überdiefs nicht mehr mit dem Boden des Gefäfses in Verbindung stehen, so werden sie vorzugsweifse

zum

zum Reifsen geneigt seyn. Diefs stellt sich denn auch wirklich bei *e* und *b* ein, und zwar ist ihr Winkel *cbe* allemal ein stumpfer, obgleich er oft um mehrere Grade variirt. Hier sind also die angeführten Kräfte, verbunden mit dem Bestreben von *rbc* sich nach *nm* zusammenzuziehen, gröfser als die Cohäsion des Harzes in *bc*.

Zugleich mufs bemerkt werden, dafs die Risse *de* und *bc* nicht im Endpunkte des Risses *erbs* entstehen, sondern etwas vor den Endpunkten *b* und *e*, während *erbs* in gerader Richtung bis *l* und *y* fortreifst. Wie nun *bc* zerrissen ist, so reifst auch *ed*; eben so reifst auch die Harzmasse von *c* nach *i*, von *i* nach *w*, und von *w* nach *x*.

Während dieses fortwährenden Reifsens löst sich auch die Harzmasse längs den Rissen vom Boden des Gefäfses ab, wie es oben beschrieben worden ist. Dieses Ablösen wird nun, je weiter sich der Rifs von *b* nach *c*, *i* und *k*, und der andere Rifs von *e* nach *d* und *k* erstreckt, immer weiter von der Mitte der Masse um sich greifen, und wenn die Streckbarkeit des Harzes sehr gering ist, wird aus leicht erklärlichen Gründen die ganze Masse vom Boden des Gefäfses abspringen. Bei diesem Abspringen vergröfsern sich die Zwischenräume zwischen der Harzmasse und dem Gefäfse in dem Mafse, dafs daselbst das Licht nicht mehr in Farben zerlegt wird. Auf gleiche Weise, wie die obere Hälfte der Fig. 1. zerrissen ist, reifst übrigens auch die untere Hälfte.

Wenn die Streckbarkeit der Harzmasse durch einen stärkeren Gehalt an Oel gröfser ist, so tritt ein anderer Fall ein. Nachdem sich nämlich das Harz in der Mitte vom Gefäfse abgelöst hat, kommt ein Punkt, wo die Adhäsion des Harzes zum Gefäfse gröfser ist, als die Kraft, mit der es sich loszureifsen sucht. Denn bleibt das Harz, wie es in Fig. 3. Taf. V. vorgestellt ist, an einer Stelle *a* am Gefäfse haften, und diese Stelle erscheint von oben gesehen dunkel, umgeben von Farbenringen, die durch

die dünne Luftschicht gebildet werden, welche in die Zwischenräume eingedrungen ist. Durch diese Farbenringe liefse sich die Biegung der Harzmasse messen. Bei solchen streckbaren Harzmassen erhalten auch die Risse eine gröfsere Länge, und sie wachsen langsam, so dafs man ihre Verlängerung beobachten kann, während sie bei spröden Massen in einem Moment gebildet werden.

Wenn das Harz einen starken Grad von Streckbarkeit besitzt, kommen auch mehrere solcher nicht losgerissener Stellen vor, und wenn diese symmetrisch vertheilt liegen, erhält die zerrissene Masse ein ganz artiges Ansehen. Fig. 4. Taf. V. stellt einen Fall der Art dar, wo die dunklen Flecke die nicht losgerissenen Stellen bezeichnen.

Oft bleiben auch am Rande Stellen von geringer Breite, wie *khaiwx* Fig. 8., am Gefäfse sitzen, und diese erscheinen dann als dunkle Stellen, wie in Fig. 1. angedeutet ist. Besitzt das Harz einen bedeutenden Grad von Streckbarkeit, so nehmen diese Randstellen die in Fig. 3. angegebene Gestalt an.

Bei den blofs theilweise gesprungenen Massen besitzen nur die nicht losgerissenen Stellen noch einige Spannung, und diese können dann durch Stechen mit einer Nadel zum Aufreifsen gebracht werden.

Die in Fig. 1—4. abgebildeten Gestalten werden auch hervorgebracht, wenn man den in der Schale erkalteten Harzkuchen mit irgend einem spitzigen eckigen oder runden Körper berührt oder stöfst, da selten der Stofs so regelmäfsig ausgeführt wird, dafs nicht dadurch das Harz vorzugsweise in einer Richtung verletzt würde.

Wenn eine etwas dicke und zugleich wenig streckbare Harzmasse mit einem harten Körper im Mittelpunkt berührt wird, so gestaltet sich das Aufreifsen im Innern auf die Art, wie es Fig. 9. zeigt. Diefs ist besonders deutlich zu sehen, wenn man die gesprungene Harzmasse vorsichtig aus der Schale herausschneidet.

Wenn man die Harzmassen recht gleichförmig verletzt, so erhalten die Risse und die dadurch gebildeten Figuren einen ziemlichen Grad von Regelmäfsigkeit. Diese regelmäfsige Verletzung bewirkt man am besten, wenn man eine erwärmte Nähnadel senkrecht in die Mitte der noch flüssigen Harzmasse taucht und mit derselben erkalten läfst. Ist die Masse nicht zu spröde, so reifst sie beim Erkalten nicht, und man kann dann durch einen sanften Druck auf den Cylinder sehr regelmäfsige Figuren hervorbringen. Beispiele der Art liefern Fig. 5. und Fig. 10. Um hier nicht zu sehr in's Detail zu gehen, mag hier nur noch bemerkt werden, dafs in diesen Figuren die Zahl der Segmente um so gröfser wird, je geringer die Streckbarkeit des Harzes und je dicker der eingeschmolzene Cylinder ist. Das Aufspringen der Masse läfst sich auch durch Erkältung des Cylinders mittelst Aether bewerkstelligen. Zuweilen, wenn die Harzmasse etwas spröde ist, reifst sie auch von selbst beim Erkalten.

Setzt man mitten auf eine ruhig erkaltete und wenig streckbare Harzmasse behutsam ein zuvor mit der Hand erwärmtes Uhrglas, und giefst nun in dasselbe ein wenig Aether, dessen Verdampfung man nöthigenfalls durch Daraufblasen mit einem Löthrohre verstärkt, so zerspringt das Harz, entweder während dieses Erkaltungsprocesses oder bei der geringsten Erschütterung des Uhrglases, und dabei wird letzteres oft um mehr als einen Zoll in die Höhe geworfen. Die hiedurch entstandenen Risse haben die in Fig. 11. abgebildete Gestalt, und Fig. 12. zeigt eine so grofse Masse im Durchschnitt.

Wie sich das Zerspringen des Harzes in dickeren Massen gestaltet, kann man beobachten, wenn man eine ungefähr $\frac{1}{2}$ Unze fassende Flasche mit geschmolzenem Harze ganz füllt, und, nach der beim Erkalten erfolgenden Zusammenziehung der Masse, noch so viel nachgiefst, dafs sie bis in den Hals der Flasche herauftritt. Ver-

letzt man nun die Masse, nach ihrer Erstarrung, mit einer Nadel, so bilden sich Risse, welche die in Fig. 13. abgebildete Gestalt besitzen. Bei diesem Aufreifsen steigt die Masse nicht in den Hals empor, und sie vergröfsert also dabei ihr Volumen nicht.

Die Regelmäfsigkeit des Aufreifsens bei Versuchen dieser Art bleibt, ungeachtet aller Sorgfalt, immer ziemlich unvollkommen. So schreitet oft ein Rifs schneller vor als die andern, und durch die unregelmäfsige Spannung geschieht es dann, dafs sich Stellen, wie in Fig. 14., bilden, von denen aus die Risse sich auf's Neue fächerartig ausbreiten.

Alle diese Versuche lassen sich wahrscheinlich auch mit geschmolzenem und vorsichtig erkaltetem Glase anstellen, wie denn überdiefs klar ist, dafs die hier beschriebenen Erscheinungen mit denen bei den sogenannten Glastropfen und der bologneser Flasche in naher Beziehung stehen.

IV. *Elasticität des Eises.*

Ueber die Elasticität des Eises besitzen wir noch keine Bestimmung, die sich an Genauigkeit mit der von den HH. Colladon und Sturm über die Elasticität des Wassers vergleichen liefse; ein genäherter Werth für diese Gröfse ergiebt sich indefs aus den Versuchen von Hrn. Bevan (*Phil. Trans.* 1826, *III. p.* 304.) Derselbe schnitt aus der Eisdecke eines gefrornen Teiches ein Parallelepipedon von 100 Zoll Länge, 10 Zoll Breite uud 3,97 Zoll mittlerer Dicke, so dafs es mit einem Ende noch mit der Eismasse verbunden blieb, und liefs nun auf dasslbe, 2 Z. vom freien Ende, ein Gewicht von 25 Pfund wirken. Die dadurch erfolgende Biegung betrug hier 0,206 Zoll. Hieraus berechnet Hr. B. für das Eis den Elasticitäts-Modulus =2 100 000 Fufs, während er denselben für das Wasser, nach Canton's Versuchen, =2 178 000 Fufs, also nahe eben so grofs findet. Zu bemerken ist, dafs diese Zahlen keinen unmittelbaren Vergleich gewähren, da die Höhe des Elasticitäts-Modulus zum Theil vom specifischen Gewichte abhängt, wie man unter andern aus dem N. Gehler'schen Wörterb. Th. III. S. 223. ersehen kann.

V. *Ueber das Gewitter;* *von H. W. Dove.*

Die Gewitterbildung wird gewöhnlich als ein in vollkommnes Dunkel gehüllter Procefs dargestellt, sie ist zugleich die Stätte, von welcher aus die Elektricität in die Meteorologie eingeführt wird, deren geheimnifsvollem Wirken dann alle atmosphärischen Veränderungen leicht zugeschrieben werden. Hube hat diese Ansicht am consequentesten in seinem Buche über die Ausdünstung durchgeführt, da aber seinen Annahmen eine empirische Bewährung fehlte, ist diefs an scharfsinnigen Bemerkungen und gut zusammengestellten Thatsachen reiche Buch in Vergessenheit gekommen. Als aber durch Volta's grofse Entdeckung sich plötzlich alle Räthsel zu lösen schienen, mit denen die Natur uns umgiebt, als nun auf einmal die Sprache verständlicher wurde, in der sie zu uns redet, huldigte die Wissenschaft dem unbegreiflichen Talent dieses seltenen Mannes dadurch, dafs sie sich ihm vollkommen unterwarf, und wie in unsern Tagen alles, was an eine Spirale erinnert, Elektromagnetismus seyn mufste, so galt damals die Elektricität in der Naturwissenschaft als Hermes, als Führer der Seelen. Besonders mufste die Meteorologie den harten Dienst unter der Elektricität durchmachen. Die Spuren dieser unglücklichen Herrschaft finden sich noch in den mannigfaltigen Hypothesen, die oft einander widersprechend nur das gemein haben, dafs man mit dem Wort Elektricität ein Letztes ausgesprochen zu haben meint, von dem es eben genüge, den Namen genannt zu haben, um darin die Auflösung jedes Problems zu finden. Es ist daher zu untersuchen, auf welche Art damit bei dem Gewitter selbst argumentirt wird.

Deluc und Saussure haben gezeigt, dafs Wolken nicht Magazine von Elektricität sind; Deluc hat er-

wiesen, dafs häufig die Erregung der Elektricität in den Gewitterwolken und die Erzeugung des Blitzes in einem Augenblicke zusammenfallen. Soll nun aber die Elektricität das Agens in der Bildung seyn, so mufs sie früher schon frei gewesen seyn, ehe es zum Blitz kommt. Als ein Beweis dafür wird angeführt die Umkehrung des Windes, die Luft werde nämlich durch die elektrische Repulsion von der Wolke abgetrieben, es blase also von ihr ein starker oft sehr kalter Wind. Der Wind aber, welcher der Gewitterwolke vorangeht, folgt ihr auch; denken wir uns nun um dieselbe 4 Beobachter vertheilt, so wird der, auf welchen sie zukommt, sagen: die Luft wird elektrisch repellirt, der, über dessen Zenith sie hinweg ist: die Luft wird elektrisch angezogen, die beiden Seitenbeobachter: die Wolke wirkt gar nicht auf die Luft. Von horizontaler Polarität der Gewitterwolken hat aber, glaube ich, noch Niemand gesprochen. Dafs aber der Wind kalt sey, wird als ein Beweis dafür angeführt, dafs hier nicht von gewöhnlichem Niederschlag die Rede seyn könne. Aufserdem aber, dafs ein kalter Wind von der Gewitterwolke herweht, steigt auch, wenn diefs geschieht, das Barometer, und man mufs also zeigen, warum dadurch, dafs Luft fortgestofsen worden ist, die Luft, nachdem diefs geschehen, schwerer geworden ist *). Es geht aber dem Gewitter nicht immer ein kalter Wind vorher, sondern oft ein sehr warmer; die richtige Erklärung mufs beide zusammenfassen. Natürlich müssen aber in einer Erscheinung, in welche so viele Bedingungen eintreten, alle Einzelnheiten scharf gesondert werden.

Eine Wolke überhaupt ist nichts Fertiges, sie ist kein Product, sondern ein Procefs, sie besteht nur, indem

*) Jene Hypothese ist aufserdem mit der Erfahrung im Widerspruch, da nach den Versuchen von Erman (Abhandl. d. Berl. Acad. 1814) elektrisirtes Wasser auf der Kugel eines Rumford'schen Thermoskops dieselbe Temperaturerniedrigung giebt, als unelektrisirtes, und die Elasticität der Dämpfe ebenfalls dieselbe ist.

sie entsteht und vergeht. Niemand wird die weiſse Schaumstelle in einem hellen Gebirgsbach von der Höhe gesehn für etwas Festes auf dem Boden Liegendes halten. Und ist die Wolke, die den Gipfel des Berges umhüllt, etwas Anders? Der Stein ist der Berg, der Bach die Luft, der Schaum die Wolke. Stehen wir höher, so sehen wir auch nur die vollkommen weiſse Wolke und durch den durchsichtigen Luftstrom den Boden. Eine Wolke wird desto stärker elektrisch, je lebhafter dieser Proceſs eingeleitet ist, sie wird Gewitterwolke durch plötzliches Hervortreten; gleichgültig dabei ist, ob sie blitzt, so wie eine Kleistische Flasche geladen ist, wenn auch der Funke nicht überspringt. Die Landleute nennen daher Platzregen sehr richtig: stille Gewitter. Warum an der plötzlich hervortretenden Wolke durch die elektrische Atmosphäre des Bodens Elektricität durch Vertheilung grade am stärksten hervortreten könne, haben Erman's schöne Versuche gezeigt (Gilbert's Annalen Bd. 15, S. 385.). Daſs diese Elektricität eine durch den Niederschlag freiwerdende sey, ist nach Erman's (Abhandl. der Berl. Acad. 1818, S. 351.) neuerdings von Pouillet (dies. Ann. Bd. 87. S. 417. 442.) bestätigten Versuchen unwahrscheinlich.

Ist nun eine plötzliche Wolkenbildung zum Hervortreten einer starken elektrischen Spannung nöthig, so habe ich zu zeigen:

1) Daſs nach Beobachtungen dieſs sowohl in der Entstehung als dem Fortgange des Gewitters sich ergeben hat.
2) Daſs, wo dieſs auch nicht direct beobachtet werden kann, alle das Gewitter begleitenden atmosphärischen Erscheinungen nichts anders sind, als die eines plötzlichen Niederschlags.

Für die Gebirgsgewitter berufe ich mich auf die Beobachtungen von Deluc und Saussure, da ich nur eins habe in meiner Nähe entstehen sehen, wo bei einem lebhaften SW. auf und über der Schneekoppe eine Ge-

witterwolke lag, die häufig blitzte und donnerte, während südlich weiter hinauf der Teufelsgrund bis zu den Aupefällen in hellem Sonnenschein lag. Warum aber an einem bestimmten Ort sich gewöhnlich die Gewitter bilden, ist in der Localität begründet. »Bei Brundlen auf dem Pilatusberge ist ein kleiner See, worauf sich fast alle Ungewitter erzeugen. Sie fangen sich mit einer kleinen Wolke an, die sich an den benachbarten Felsen des Sees legt, der viel höher steht. Wenn diese Wolke über den Felsen hinaufsteigt, welches doch sehr selten geschieht, so zertheilt sie sich, gemeiniglich aber bleibt sie dann unbeweglich und wird zusehends gröſser. So wie sie zunimmt senkt sie sich, und wird zu einer schwarzen Wolke, die erschrecklich donnert.« (Hannöver. nützl. Samml. 1757, S. 53.) Für die Gewitter der Ebene bedarf es keiner Autorität, da jeder weiſs, wie plötzlich der Himmel sich verdunkelt, wie die Wolken aus sich selbst herauszuwachsen scheinen; besonders auf Bergen sieht man dieſs deutlich, wenn über ein zwischenliegendes Thal von einer gegenüberstehenden Bergspitze ein kalter Wind in gleicher Höhe mit dem Beobachter horizontal einfällt; wo die Wolke nicht als Continuum mit dem Winde fortschreitet, sondern der Nebel in lauter traubenförmigen Bündeln plötzlich herabhängt.

Eine Wolke wird desto stärker elektrisch, je entschiedener der Niederschlag ist. Daher sind vom Horizont heraufkommende Gewitter stärker, als im Zenith sich bildende.

Eine Wolke bleibt nur Gewitterwolke dadurch, daſs dieser heftige Niederschlag fortwährend erneuert wird. »Man bemerkt, daſs bei einem über uns schwebenden, mit Regen begleiteten Gewitter der Platzregen vor jedem Blitze mit verdoppelter Gewalt und Schnelligkeit herabgestürzt wird.« (Reimarus, vom Blitze, §. 154.) Ich habe in Schlesien ein Gewitter gesehn, wo diese einzelnen Niederschläge bei jedem Blitz und Donner durch

vollkommnes Aufhören des Regens von einander getrennt waren, eine Erscheinung, die gar nicht selten seyn mag, wenn ich sie auch nirgends angeführt finde. Man hat sogar für diese erneuerte Bildung der Wolke vor dem Blitz ein besonderes Wort: den Drang der Wetterwolke. »Die Zunahme der elektrischen Spannung hängt vorzüglich von der Raschheit ab, womit der Niederschlag erfolgt, daher sich der Blitz auch da entzündet, wo die Wolke am dicksten ist, und die stärksten Regengüsse ausschüttet.« (Pfaff, N. Gehler. Wörterb. I. S. 1002.)

Eine Wolke verliert diese starke elektrische Spannung, wenn diese plötzliche Bildung nachläfst. »Der Cumulostratus scheint durch eine plötzliche Veränderung seiner Elektricität in den Nimbus überzugehen, denn bei Beobachten des Fortgangs des Gewitters durch eine lange Reihe dieser Wolken am Horizont habe ich mich überzeugt, dafs die Wolken, welche aufgehört hatten Entladungen zu geben, in ihrem oberen Theil diese Veränderung erlitten hatten, indefs andere, zwischen denen die Blitze noch hin und her fuhren, oder die jenseits derselben lagen, ihre schwellend runde Gestalt eine Zeit lang länger behielten.« Howard.

Ist also ein plötzlicher starker Niederschlag zur Gewitterbildung nöthig, so dürfen wir uns nur in der Windrose die Bedingungen aufsuchen, welche diesen erzeugen, um daraus das Gewitter zu construiren.

Die gröfsten Temperaturdifferenzen finden wir bei S., SW. und N., NO. Ein plötzliches Vermischen geschieht aber am leichtesten dadurch, dafs der kältere Wind dem wärmeren folgt. Ihre Verwandlung in einander mufs eine Drehung S. W. N. seyn.

Ehe das Gewitter heraufkommt (Fig. 15. Taf. V.) wird also ein südlicher Wind wehen, nachher ein nördlicher. Die Gewitter gehören also zu den Erscheinungen der Westseite. Da aber der kältere Wind zuerst unten einfällt, so wird unmittelbar vor der Gewitterwolke der

kältere nördliche Wind herwehen (Fig. 16. Taf. V.), das Barometer während des Gewitters rasch steigen, die Temperatur sich nach demselben bedeutend erniedrigen. Weil nun vor dem Gewitter zwei Winde einander grade entgegen wehen, so wird diefs eine Windstille erzeugen, die wir drückende Luft nennen, die Hitze vor dem Gewitter, besonders auch in der Höhe der Atmosphäre, da der Südwind herrschend war, bedeutend seyn.

Mehrere rasch auf einander folgende Gewitter sind die als Niederschlag dargestellte Drehung von S. durch W. nach N.; das folgende Gewitter kommt also aus einer immer mehr nördlichen Gegend.

Soll durch einen südlichen Wind, der auf einen kälteren Wind folgt, plötzliche Vermischung entstehen, so mufs die Intensität des südlichen Windes bedeutend seyn. Solche Gewitter gehören also der Ostseite an, sie müssen höher ziehen und können sich wegen der widerstehenden kälteren Luft nur langsamer fortpflanzen. Das Barometer fällt während solcher Gewitter, während die Temperatur sich erhöht. Da aber die Intensität des südlichen Windes bedeutend seyn mufs, so sind sie am häufigsten eine Erscheinung der fallenden Seite eines barometrischen Minimum. Sie sind im Ganzen selten. Uebereinstimmend mit diesen sind die seltenen Gewitter der Westseite, während des Zurückspringens des Windes. Auch bei diesen mufs das Barometer fallen, die Temperatur steigen.

1) Die Winde, welche vor dem Gewitter wehen, sind Südwinde mit einer Drehung nach West.

Paris. Die Winde, welche zur Zeit eines Gewitters in unsern Climaten wehen, sind gewöhnlich SSW., SW., WSW. Lamark, *Journ. de phys.* 1800.

Kiel. Hier steigen die Gewitter gewöhnlich in SW. auf. Pfaff.

Danzig. Die Gewitter kommen gewöhnlich mit S. oder SW., wobei der Unterwind schnell nördlich wird.

(Kleefeld, Beob. 1807—1824), aus Süd und West. 1730—1750. Reyger. (Abh. der naturforsch. Gesellschaft, 1754.)

Königsberg. Die Gewitter kommen gewöhnlich mit SW. oder W. Beob. von Sommer 1799—1822. (Beiträge zur Kunde Preufsens, 6. S. 407.)

Eben so in Norwegen, Hamburg u. s. w. *Auster fulmine pollens Lucret.* 5. S. 744.

2) Für den Zusammenhang des Druckes und der Temperatur mit dem Gewitter einige Beispiele.

Am 24. August 1826 stand in Königsberg nach einer Mittagshitze von 22—23° R. das Barometer Ab. 6 Uhr mit S. auf 336''',94. Da drehte sich der Wind plötzlich von S. durch W. nach N., augenblicklich war auch das Gewitter da, das Barometer stieg in einer Stunde 0''',94.

Halle. Nach Winkler's Beobachtungen (8. 12. 2. 6. 10. Uhr) mit T die mittlere Temperatur in Reaum. Graden bezeichnet.

		S. 1	SW. 3.	SW. 3.	NNW. 3. Gew.	NW. 4.	
1825.	1. Jul.	333,43	332,42	32,10	32,22	32,95	T=14°,6

2. Jul. bei NNW. Bar. 333,61 bis 335,64 T=10°,3

		SSW. 3.	SW. 2.	WSW. 3.		WNW. 2.	
1825.	26. Jun.	33,48	33,33	33,25	Gew.	34,18	T=15°,9

Da der SW. den andern Tag bleibt, so ist die Temperaturerniedrigung nur gering den 27. T=14°.

		SW. 1.		W. 4.	W. 3.	
1824.	15. Mai	329,01	Gew. 4 U.	29,45	30,36	T=13°,6

Am 16. T=9° bei SW. u. Regen. Am 17. T=7°,4 NW.

Oft kann man, wenn der Wind auch ungeändert bleibt, an den Wolken die Drehung beobachten. So finde ich in den handschriftlichen Beobachtungen des Pfarrer Sommer im September 1824 nach 3 regelmäfsigen grofsen Durchgängen durch die Windrose am 28. September angegeben

Morg. S.	Mitt. SW.	Ab. SW.
336,50	335,95	337,02

Mittags Gewitter in Nord, Abends Blitze in NW. und NNO. Den andern Tag

SW.	SW.	SW.
339,52	340,49	341,75
343,09		

Hier ist der Südwest wohl verdächtig. In den Beobachtungen steht aber *cirri cum. cumulost.* als Massen von NW. bis N., und NO. durch O. bis SW. trübe Wolken und Gewitter. Den 30.: die gestrigen Wolkenmassen standen des Morgens noch ganz an derselben Stelle.

Die merkwürdigen Veränderungen, die Nicholson im Zuge der Wolken eines Gewitters beschreibt, sind nichts weiter als die geschehene Drehung.

3) Auf einander folgende Gewitter sind die als Niederschlag fortgehende Drehung.

Ummern, 23. Mai 1773. Es stofsen 3 Gewitter aus S. W. N. zusammen und ziehen nach Ost.

Eckwort, 8. Aug. 1774. Am 7. war eine starke Hitze. Ein Gewitter kam aus Süden herauf, zwei andere aus W. und NW. stiefsen dazu, und nunmehro zog es von Süden nach NO. (Guden, Sicherheit wider die Donnerstrahlen.)

Halle, 1824, 9. Sept.

SSW. 1.	SSW. 1.	SSW. 1.	SO. 1.	NNW. 2.	
333,96	333,78	333,72	333,22	332,57	Gew.

Gegen 11 Uhr Nachts, indem fast am ganzen Horizont von Abends ab Gewitterformation sich bildete, ziehen 3 Gewitter aus S., W. und N. nach dem Zenith zusammen. Heftige Explosionen, der ganze Himmel steht in Flammen. Die Gewitter ziehen nach O., SO., NO. T=14°,2.

	NW. 2.	WNW. 2.	NW. 1.	N.	N.	
10. Sept.	32,85	33,40	34,01	34,54	34,98	T=11°,65
11. -	N. 35,55	T=11°,2.				

1825, Sept. 27. Seit 11½ Morgens Donner in NW. Die düstern Gewitterwolken ziehen aus NW. herüber,

es fällt Regen, das Gewitter zieht nach Ost hinein. 2 Uhr SW. Bar. 334,25. In NNW. neues Gewitter zieht über das Zenith nach SO. Heftiger Donner, Regen und Hagel. Es schlägt ein. Abends 10 Uhr W. 335,85. Am andern Tage

Nord Bar. 338,24 bis 339,03. Die Temperatur:

Sept.	26.	27.	28.	29.	30.
	14°,3	11°,8	10°,6	6°,9	5°,6

während die weitere Drehung durch O. bis S. bis zum 5. October fast ganz regelmäfsig fortgeht.

Natürlich gilt diefs nur für Gewitter, die wirklich über das Zenith gehen. Zur Seite gesehene Gewitter sind gewöhnliche dieselbe Erscheinung wiederholt gesehen.

Ohlau, 8. Aug. 1717. Wind SW. und W. Nach 12 Uhr starker Sturm und Regen, dann abwechselnd. Gegen Sonnenuntergang zog ein Gewitter aus W. auf, worauf bald zwei andere aus W und WSW. folgten, welche alle drei gegen N. zogen. Als das erste in NNW., das andere in NW., das dritte gegen WNW. stand, stieg noch eins von WSW. auf, welches den drei ersten folgte. Bald darauf sahe man das fünfte gegen SW.; ungefähr um halb 10 Uhr entstand ein starker Sturm aus W., und brachte das sechste aus dortiger Gegend mit sich. Alle diese Wetterwolken trieb der Sturm gegen Osten, dafs beinahe der halbe Himmel voller Blitz ward. Das letztere Gewitter aus W. zog recht über unsern Scheitelpunkt, die Wolken aber gingen sehr hoch. Um 11 Uhr stieg noch eins aus SW. auf, welches aber bei uns weit südlich vorbei gegen Osten zog. Dann Regen und noch ein Donnerwetter am Morgen, bis sich endlich mit nördlichen Winden die Luft aufzuklären begann, und einige Tage hindurch mit hellem Wetter anhielt. (Bresl. Samml. 1717, p. 154.) Hier sehen wir in 3 Stunden dieselbe Erscheinung 8 Mal hinter einander.

Weil aber ein südlicher Wind vor dem Gewitter

herrschend war, so wird besonders auch in der Höhe der Atmosphäre eine bedeutende Temperaturerhöhung statt finden. Diefs hat **Brandes** bei seinen Beobachtungen der terrestrischen Refraction gefunden. In diesen südlichen Wind fällt unten ein mehr nördlicher, dessen plötzlicher Niederschlag sich als Cumulus und Cumulostratus darstellt. Man sieht daher gewöhnlich beim Gewitter oben eine leichte Bedeckung von Cirris, unter dieser Cumuli, die sich in Cumulostrati verwandeln.

»Der Cumulostratus gehört zu den gewöhnlichsten Vorboten des Gewitters, zeigt sich an verschiedenen Stellen des Horizonts und schwellt schnell zu aufserordentlichen Gröfsen an.« **Howard.**

Die stark elektrischen Graupelwetter bilden einen natürlichen Uebergang zu den Wintergewittern.

»Die Regen-, Graupel- und Hagelschauer, welche man im Frühjahr und Herbst im nördlichen Deutschland wahrnimmt, sind meistentheils mit heftigen Windstöfsen begleitet, und die Instrumente zeigen dabei einen bedeutenden Grad positiver Elektricität. Die unten eintretenden Cumuli ziehen mit WNW., während die oberen Cirri mit SSW gehen. **Gilb.** Ann. Bd. 55. S. 107.

Am 25. Januar 1822 fiel das Barometer in Freiberg rasch auf 314''',1 bei starkem SW. und W., während die Temperatur einige Grade über dem Frostpunkt war. 9 Uhr 50' Abends erhob sich ein starker NW. und brachte zuerst Regen, dann Graupel, zuletzt dichten Schnee. Das Barometer stieg sogleich 1''',3, das Thermom. fiel auf — 0,7. Das Elektrometer divergirte so stark, dafs ein Goldblatt abrifs. An demselben Tage war in Leipzig Regen, dann Graupel und Schnee mit Blitz und Donner, während der NW., nach vorhergegangenem SW., WSW. und W., Sturm wurde. Da, wo der Wind am stürmischten war, wurde die elektrische Wolke zur Gewitterwolke.

Ein ganz ähnliches Beispiel habe ich hier beobachtet

Am 26. Octob. 1827 stand das Barometer Morgens 8 U. noch 341''',11 bei Ost, und fiel, als der Wind durch S. nach SW. ging, bei continuirlichem Regen und steigender Wärme bis zum 28. Abends 9 Uhr auf 327''',02, also 14 Linien in 2 Tagen. Nun stieg es, als der Wind WNW. wurde, mit immer erneuerten Schneeschauern bei heftigen Windstöfsen am 29., so dafs es am 30. Morgens 334''',01 mit N. stand. In und um Mühlhausen wie bei Heiligenbeil (6 Meilen südlich von Königsberg), wo es so stark schneite, dafs man sich bereits der Schlitten bediente, hat man vor Anfang des ungestümen Schneewetters ein starkes Gewitter bemerkt.

Halle, 24. April 1823. 2 Uhr SSW. 328''',13. Um 5 Uhr zieht ein in West sich entwickelndes Gewitter nach S. und SO. Heftiger Regen und Graupelschnee 6 Uhr 328''',31. 10 Uhr NNW. 328''',70 T=6°,9. Den folgenden Tag steigt das Barometer von 332''',77 bis 333,65 T=4°,9.

Königsberg 1824, 11. Jan. SSW. Sturm Nachmittag 4 Uhr, während die Temperatur sich vom Mittage an 3° erhöht, Bar. Mittags 336,73, Abends 334,97. Um 10 Uhr WNW., 11 Uhr Gewitter, das in der Nähe einschlägt. Den andern Morgen steigt das Barometer mit NW. von 337,4 auf 338,13. Wir sehen also, dafs die Wintergewitter von den Sommergewittern durchaus nicht verschieden sind, nur dafs der Niederschlag zugleich in seiner Form den Eintritt des kälteren Windes anzeigt, sich also der Regen durch Graupel in Schnee verwandelt. Bei dem letzten Beispiele brachte der SSW. Sturm aber eine so hohe Temperatur mit, dafs das Thermometer Abends 10 Uhr 2°,5 R. höher stand als Mittags. Hier konnte es also nicht sogleich schneien, sondern es regnete. Um aber zu zeigen, dafs nicht etwa das Gewitter die Kälte erzeugt, und dieses also die Form des Niederschlags bedingt, mag hier noch ein Beispiel stehn.

1824, 6. November.

SO. Morg. 9. SO. Mittag. 7 Uhr. 10 U. Ab. NW.
332,77 + 2° 333,58 + 4°,5 — 0,5 335,28 + 1°

9 Uhr Abends regnet es. 7. Nov. 5¾ Uhr Morgens Blitz und Donner in Süd.

9 U. NW. Regen. Mittag. Graupel u. NW. Ab. 10 U. NW.
336,53 338,52 Schneeschauer. 340,00 schön.

Die vielbesprochenen Wintergewitter in Norwegen schliefsen sich unmittelbar an diese Beobachtungen, wie die Beschreibung des Pfarrer Herzberg zeigt.

»Die Gewitter entstehen 1) wenn ein Thauwind aus Süden ein Paar Tage geweht hat und nun plötzlich nach W. und NW. springt, mit Thauwetter, Windstöfsen, zuweilen auch mit Hagelschauer; 2) nach langem Thauwetter, milder Luft, starkem Regen und Südwinde, wenn der Wind nach West gehen will, welches dann gemeiniglich mit Sturmschauer, häufigen Blitzen ohne Donnerschläge, bald wiederum mit heftigen Blitzen und Donnerschlägen zu geschehen pflegt. So kann es abwechselnd 3 bis 8 Tage anhalten, bis endlich ein Sturm aus W. oder NW. kommt, oder ein heftiger Platzregen fällt, wodurch die Luft endlich kälter wird, und ein Nordwind die Luft reinigt. Dann ist man beinahe gewifs, dafs gutes Wetter, wenigstens einige Tage lang kaltes Wetter und Frost eintreten.« Arenz sagt: »Der Wind ist gern westlich und nördlich, zuweilen südlich, aber Ostwind erinnere ich mich nie bemerkt zu haben, wenn es im Winter donnerte. Meistens ist der Wind stark und zuweilen stürmt es. Oft habe ich vernommen, dafs der Wind vorher südlich ist und während des Gewitters nach NW. herumläuft. Nur einmal in 6 Jahren lief der Wind, der vorher aus Norden kam, nach Süden um, und war nicht heftig. Läuft er nach Norden um, so nimmt er an Stärke zu, wenn das Gewitter ausbricht, und bleibt so nachher. Regen geht gern vorher, wenn aber Schnee oder Hagel fällt, welche gewöhnlich die Wintergewitter, wenn der

Wind

Wind nach Norden umgeht, begleiten, und dieser Wind die Oberhand und Dauer gewinnt, so wird die Luft klar und das Wetter beständiger. Das Barometer ist, wie ich finde, nach den Wintergewittern mehrentheils ein wenig gestiegen, doch nicht jederzeit. Es hat sich auch getroffen, dafs es vor dem Gewitter ziemlich gefallen und nach dem Donner gleich wieder kenntlich gestiegen. Das Thermometer ist nach dem Donnern fast beständig um 1 bis 3 Grade gefallen, die Luft also ein wenig kälter geworden.«

Dafs die Wintergewitter häufiger in Norwegen sind, als anderswo, liegt also nur in der Häufigkeit der südlichen Winde und deren gröfserer Intensität. Denn auch an andern Orten, deren Localität durchaus verschieden ist, findet sich unter denselben, aber seltener eintretenden Bedingungen dieselbe Erscheinung. So sagt Kraft nach 9jährigen Beobachtungen in Tübingen: *hybernis mensibus tonuit semper flante violente Favonio aut Africo* (*Praelect. phys.* 3. p. 311.).

Entgegengesetzt verhalten sich die Gewitter der Ostseite. Sie entstehen durch Eindringen eines gewöhnlich stürmischen südlichen Windes in eine kältere Luft, also mit fallendem Barometer und steigender Temperatur, wenn wir von der Verdampfungskälte abstrahiren. Gleichzeitig ist es natürlich auch hier, ob es wirklich zum Blitz kommt. Als einleitende Beobachtung: Heller, merkwürdige Luftelektricität den 18. Februar 1795 (Gren's neues Journal. 2. S. 401.).

»Ein Paar Tage vor dem 18. Februar war das Barometer ungewöhnlich hoch, denn es zeigte eine Höhe, die ich für Fulda noch niemals gesehn hatte, nämlich 335''', folglich beinahe 8 Linien über die mittlere hiesige Barometerhöhe. Es herrschte Nord- und Nordostluft, der Himmel war heiter. Am 18. Februar entstand Nachmittags plötzlich ein heftiger Sturmwind. Hieraus vermuthete ich, das Barometer müsse geschwinde unter die mitt-

lere Barometerhöhe gefallen seyn (das war freilich zu viel verlangt): allein ich erstaunte, es auf 331,4 zu sehen. Es war Ostluft und der Himmel heiter, bis auf einige kleine lichte Wolken in Ost. Thermometer —4°,5 R. Curios, ob nicht Blitzmaterie hier mit im Spiel sey, lief ich zu einer Maschine zur Untersuchung der Luftelektricität und sah folgendes: Das daran befestigte Fadenelektroscop divergirte, was es konnte. Ich schob die Kugeln der Maschine einander näher, und siehe da, es schlugen bei dieser Heiterkeit des Himmels Fünkchen über. Ich rief Zeugen. Es war 1 Uhr. Der Sturmwind tobte. Die Paar Wolken, die, wie gesagt, in Osten hingen, stiegen allmählig höher heran und erweiterten ihren Umfang, so dafs nach 4 Uhr der ganze Himmel mit schwarzgrauen Wolken bedeckt war. So wie diefs nach und nach erfolgt war, waren auch die Fünkchen lebhafter und gröfser. Die Luftelektricität wurde endlich so stark, dafs sie von Kugel zu Kugel in starken Funken übersprang. Geregnet hat es nicht (diese Aeufserung scheint zu beweisen, dafs die Temperatur sich bedeutend erhöht habe). Tags darauf blies der Wind noch, aber minder heftig und der Himmel war wieder heiter. Barometer 329,6. Selbst mit Beihülfe des Condensators konnte ich nicht eine Spur mehr von Elektricität an der Maschine bemerken.«

Beispiele wirklicher Gewitter mit von O. nach S. gehendem Winde, fallendem Barometer und steigender Temperatur finden sich zahlreich bei dem von Brandes verglichenen barometrischen Minimum am 24. Dec. 1821.

In Beziehung auf den Gang beider Instrumente verhalten sich eben so die seltenen Gewitter bei unregelmäfsigem Zurückspringen auf der Westseite. Auch dann ist der südlichere Wind gewöhnlich stürmisch.

Halle, 4. Aug. 1825. 11 Uhr in West Gewitterformation; 11 $\frac{3}{4}$ Uhr Gewitter mit W. 2 mit heftigem Regen und Hagel, theilt sich in zwei, eins nach O., das andere nach Ost.

		Temp.	Bar.	Hygr.	Wind.
4. Aug.	12 U.	15°,0 R.	332,88	100	W. 2
	2	16,8	32,79	99	SW. 1 Regen
	6	15,4	32,64	100	SW. 1
	10	13,0	32,60	98,6	SSW. 1 schön
5. Aug.	8	17,5	31,67	83	S. 3
	12	23,3	30,79	58,6	SSW. 4 barometr. Minim.
	6	19,5	31,04	68,4	NNW. 2

Die mittlere Temperatur am 5., wo der stürmische SSW. hervortritt, ist aber die höchste aller folgenden Tage des Monats, des Hagels am 4. ungeachtet.

Solchen Gewittern kann leicht eins mit steigenden Barometern folgen, weil der Gang nach N. doch wieder durchgemacht werden mufs. Man sagt dann, es bleibt schwül, es wird ein neues Gewitter kommen. *Compertum habeo, quando post tonitru idem in coelo calor manet, eodem die vel sequenti iterum tonare.* Muschenbrock, *Intr.* §. 2803.

VI. *Ueber die Reduction des Schwefelarseniks, nebst nachträglichen Beobachtungen über die Kohlenstickstoffsäure; von* Justus Liebig.

Zu den trefflichen Methoden, welche ein berühmter Chemiker zur Reduction des Arseniks aus dem Schwefelarsenik angegeben hat, will ich eine neue hinzufügen, die sich durch ihre Einfachheit, Genauigkeit und leichte Ausführbarkeit empfiehlt.

Nachdem man auf die bekannte Art das Arsenik mittelst Schwefelwasserstoff aus der sauren Flüssigkeit gefällt hat, wird das erhaltene Schwefelarsenik gesammelt, scharf getrocknet und auf den Boden einer zur Dicke einer Stricknadel ausgezogenen Glasröhre gebracht Nun schüttet man auf dasselbe eine 2 bis 3 Linien hohe

Schicht von verkohltem weinsteinsaurem Kalk, ohne es damit zu mengen, und erhitzt darauf das Ganze mittelst des Löthrohrs nach und nach bis zum Glühen, indem man erst den Theil der Glasröhre mit dem Flufsmittel und von da abwärts das Uebrige in die Flamme bringt. Das Schwefelarsenik wird aus derselben Ursache reducirt, auf welche sich das in den Annalen, Bd. XII. S. 626., beschriebene Verfahren gründet; das Arsenik setzt sich in Gestalt eines schwarzen, glänzenden, metallischen Spiegels einige Linien über dem verkohlten weinsteinsaurem Kalk an.

Die Form, welche **Berzelius** der Glasröhre gegeben hat, ist jeder andern vorzuziehen, indem der obere weitere Theil das Einfüllen der Substanzen aufserordentlich erleichtert. Bei sehr kleinen Mengen, wenn man z. B. nur ein Körnchen Schwefelarsenik zu dem Versuch hat, bringt man es auf den Boden der Glasröhre, schüttet verkohlten weinsteinsaurem Kalk, 2 bis 3 Linien hoch darauf, und erhitzt im Anfange recht gelinde, damit kein Schwefelarsenik sich unzersetzt verflüchtigen kann. Der Versuch gelingt selbst mit Quantitäten, welche nicht mehr als $\frac{1}{8}$ Milligramm betragen.

Reines kohlenstickstoffsaures Kupferoxyd krystallisirt in smaragdgrünen, vierseitigen, langen Säulen, die leichtlöslich im Wasser sind, und an der Luft gelb werden, indem sie Krystallwasser verlieren.

Kohlenstickstoffsaures Blei explodirt auch durch einen Schlag, Eisen auf Eisen; man kann sich desselben mit vielem Vortheil und bei weitem weniger Gefahr statt des Knallquecksilbers zur Bereitung der Zündhütchen bedienen.

Eine concentrirte Auflösung von Kohlenstickstoffsäure in Wasser wird durch verdünnte Salpetersäure niedergeschlagen, eine Eigenschaft, die sie mit dem Harnstoff gemein hat; durch blofses Auswaschen kann aber die Salpetersäure entfernt werden.

VII. *Versuche über die mit dem Platin vorkommenden Metalle, und über das Verfahren zur Zerlegung der natürlichen Platinlegirungen oder Platinerze; von J. J. Berzelius.*

(Aus den *Kongl. Vetensk. Acad. Handling.* für 1828.)

Die älteren Chemiker sahen alle im Platinsande vorkommenden gediegenen Metalle, mit Ausnahme des Goldes, für Platin an, bis Collet-Descostils die Aufmerksamkeit auf zwei neue Körper lenkte, auf ein blaues Sublimat, welches er beim Glühen des Platins in Berührung mit der Luft erhielt, und auf den rothfärbenden Stoff im Platinsalmiak, welchen er der Gegenwart eines einzigen neuen, von ihm mit keinem besonderen Namen belegten Metalles zuschrieb *). Noch während Collet-Descostils mit seinen Versuchen beschäftigt war, unternahmen Fourcroy und Vauquelin **), unterrichtet von dem Vorhaben des Ersteren, eine ähnliche Untersuchung, und entdeckten dabei mehrere Eigenschaften des für neu gehaltenen Metalls, welches sie *ptène* nannten, warfen aber, wie Collet-Descostils, alle bis dahin unbekannten Begleiter des Platins hierin zusammen. Wollaston entdeckte kurz darauf das Palladium und später das Rhodium, und zeigte dabei, wie man diese Metalle aus dem in Königswasser auflöslichen Theil des Platinsandes erhalten könne ***). Tennant, welcher sich mit dem in Königswasser unlöslichen Theil des Platinerzes beschäftigte, entdeckte fast zu derselben Zeit das Iridium und das Osmium †); und nun sahe man, dafs es hauptsächlich diese Metalle gewesen waren, welche die von den französischen Chemikern bei ihren Versuchen beschriebenen Erscheinungen hervorgebracht hatten.

*) *Annales de chimie*, *XLVIII. p.* 153.

**) *Annales de chimie*, *T. XLVIII.* 177. *XLIX.* 188. 219 *u. T. L.* 5.

***) *Philosoph. Transact. f.* 1804. *p.* 419. 426.

†) *Philosoph. Transact. f.* 1804. *p.* 412.

Obgleich man auf diese Weise Vorschriften zur Abscheidung und Reinigung eines jeden dieser Metalle erhalten hatte, so waren die angegebenen Behandlungsweisen doch nicht von der Art, dafs sie zur Analyse des Platinsandes hätten angewendet werden können; denn, wie man aus dem Folgenden ersehen wird, sind die Eigenschaften dieser Metalle im Allgemeinen zu wenig studirt worden, als dafs sich nach ihnen der Plan zu einer zuverlässigen Analyse entwerfen liefse. Auch sieht man nicht ohne Verwunderung, dafs unter der grofsen Zahl von mehr oder weniger interessanten Mineralproducten, mit deren Zerlegung die Chemiker sich beschäftigten, nicht ein einziger Versuch zur Bestimmung der quantitativen Zusammensetzung des Platinsandes vorkommt.

Da man das Platin vor vier Jahren in dem Goldsande am Ural in solcher Menge angetroffen hat, dafs die Förderung desselben einträglich zu werden verspricht, so hat sich dadurch die Aufgabe gestellt: die Güte dieses Platinerzes im Vergleich zu der des brasilianischen zu ermitteln, und die Verhältnisse seiner Bestandtheile zu bestimmen. Die Verschiedenheit in den Resultaten, welche anfangs einige russische Bergleute, späterhin Laugier und neuerlich Osann erhalten haben, zeigt deutlich, dafs man in der Kenntnifs von diesen Metallen noch nicht so weit gediehen ist, um ein zuverlässiges analytisches Resultat zu erlangen. Die russische Regierung hat mehreren Chemikern in Europa Proben von den sibirischen Platinerzen zugesandt, mit dem Ersuchen, dieselben zu analysiren. Die Arbeit, deren Resultate ich hier der Königlichen Academie vorlege, verdankt ihre Entstehung einer ähnlichen Aufforderung, welcher ich um so lieber Folge geleistet habe, als diese Gattung von Versuchen für mich gänzlich neu gewesen sind *). In-

*) Hr. von Cancrin, Kaiserlich Russischer Finanzminister, liefs mir durch den in Stockholm residirenden K. Russ. Gesandten, Grafen von Suchtelen, ein halbes Pfund Platinsand, zur Hälfte

defs bekenne ich, es nicht geahnet zu haben, dafs eine so weitläuftige Arbeit erforderlich seyn würde, um mit einiger Sicherheit bei den Analysen zu dem Endresultat zu gelangen. Bei den ersten Versuchen zu der Analyse fand ich bald, dafs ich der Sache nicht gewachsen war; es boten sich Erscheinungen dar, zu deren Erklärung mir jeder Leitfaden fehlte, und dadurch war es unmöglich gemacht, die Vorzüge der bisher versuchten Methoden zu vergleichen. Diefs bewog mich, das Verhalten der in dem Platinsande vorkommenden Metalle einzeln zu studiren, um so durch die erlangte Kenntnifs die zuverlässigsten Methoden zur Trennung dieser Metalle auszuwählen.

1. Rhodium.

Aufser Wollaston's ersten Versuchen, sind mir über dieses Metall keine bekannt, als die, welche ich vor funfzehn Jahren in Thomson's *Annals of philosophy, T. III. p.* 252. bekannt gemacht habe, welche aber, wie ich jetzt gefunden, einige unrichtige Angaben enthalten, besonders in Betreff der Chlorüre und des Atomengewichts dieses Metalles. Um die Verbindungen dieses Metalles genauer kennen zu lernen, ist es also nöthig, das Atomengewicht desselben auszumitteln, und zu bestimmen, in welchen Verhältnissen es sich mit Chlor und Sauerstoff verbinde.

Atomengewicht und Chlorverbindungen des Rhodiums.

Da die rothen Salze des Rhodiums niemals untersucht worden waren, so beschlofs ich die Zusammensetzung derselben zu bestimmen, zumal ich mir hievon zur Berechnung des Atomengewichts dieses Metalles sicherere Data versprach, als meine früheren Versuche gege-

von *Nischne Tagilsk*, zur Hälfte von *Goroblagodat*, zustellen, mit der Bitte, diese Erze zu analysiren und die Resultate darüber ihm mitzutheilen.

ben hatten. Die Schwierigkeit bestand nur darin, diese Salze aus einer Portion metallischen Rhodiums zu erhalten, da bekanntlich das Rhodium in Königswasser unlöslich ist, und man sie mit dem auf trocknen Wege gebildeten Oxyde nicht bekommt. Es glückte mir jedoch auf folgende Weise. Ich mengte fein geriebenes metallisches Rhodium entweder mit Chlorkalium oder mit Chlornatrium, rieb es recht innig damit zusammen, und erhitzte nun das Gemenge in einem Strom von Chlorgas. Hiezu wurde das Gemenge in eine, aus einem Barometerrohre geblasene Glaskugel gebracht, und, unter Erhitzung der Kugel mittelst einer Weingeistlampe, Chlorgas über dasselbe geleitet. Die Vereinigung geschah am besten, als die Kugel am Boden gelinde geglüht wurde. Da es nicht zu erkennen war, wann das Rhodium kein Chlorgas mehr absorbirte, so unterhielt ich den Versuch jedesmal einige Stunden lang; wobei aber dennoch die nicht gut geriebenen Metalltheile unverändert zurückblieben.

Nach dem Erkalten war die Salzmasse in der Kugel zusammengebacken und roth. Sie wurde in sehr wenig warmen Wassers gelöst, filtrirt und durch Alkohol gefällt; dann wurde der rothe Niederschlag auf ein Filtrum gebracht, und, zur Fortschaffung alles überschüssigen Chlorkaliums oder Chlornatriums, mit Alkohol von 0,84 spec. Gewicht gewaschen. Hiebei blieb allemal etwas von dem Salze in Alkohol gelöst, obgleich dasselbe, wenn es sich einmal in fester Gestalt abgesetzt hat, in Alkohol unlöslich zu seyn scheint. Beim Abdestilliren der alkoholischen Lösung wurde der gröfste Theil des Rhodiums zu Metall reducirt.

Das Natriumsalz. Diefs Salz schmilzt in seinem Krystallwasser, und wurde deshalb auf dem Sandbade getrocknet, bis es eine trockne Masse bildete. Beim Trocknen verlor es 30 Procent von seinem Gewichte. Um die letzten Antheile des Wassers zu vertreiben, wurde das getrocknete Salz in eine kleine, aus einem Barome-

terrohre geblasene, gewogene Glaskugel gebracht, darin bis nahe zum Glühen erhitzt, und dabei fortwährend Chlorgas darüber geleitet, so lange als dieses noch eine Spur von Feuchtigkeit mit sich führte. Das Gewicht des so getrockneten Salzes wurde alsdann genau bestimmt.

Die Analyse geschah auf die Weise, daſs ein Strom von trocknem Wasserstoffgas durch die Kugel geleitet wurde. Da dieses Gas aus undestillirtem Zink bereitet worden war, und es also möglicherweise etwas Arsenikwasserstoffgas enthalten konnte, so ging es, um von diesem befreit zu werden, zuerst durch ein Gefäſs, worin ein mit gesättigter Quecksilberlösung befeuchtetes und zusammengewickeltes Stück Leinwand befindlich war, und alsdann über Chlorcalcium. Die Kugel wurde mittelst einer Weingeistlampe erhitzt, worauf das Metallsalz sich bald zersetzte, Salzsäure fortging, und das Metall reducirt zurückblieb. Der Versuch wurde so lange fortgesetzt, bis das herausströmende Wasserstoffgas, beim Halten über einem mit Ammoniak befeuchteten Glasstöpsel oder beim Hineinleiten in eine etwas Ammoniak enthaltende Flasche, nicht mehr die geringsten Anzeigen von Salmiakdämpfen gab.

Nach dem Erkalten des Apparats hatte das darin gebliebene Wasserstoffgas, durch den Einfluſs des reducirten Metalls, mit der hinzutretenden Luft ein wenig Wasser gebildet. Um dieses zu vertreiben, wurde durch die Kugel, unter gelinder Erhitzung derselben, ein Strom von trockner Luft geleitet, wodurch das aufgesogene Wasser Gelegenheit zum Verdampfen fand. Darauf wurde der Gewichtsverlust bestimmt, aus welchem sich der Chlorgehalt des Chlorrhodiums ergab.

Nun löste man das Salz in Wasser, und brachte das Metall auf ein ganz kleines und gewogenes Filtrum von feinem Papier, dessen Aschenrückstand bekannt war. Das Metall wurde sehr lange mit siedendem Wasser ausgewaschen, bis das Durchgehende, beim Verdunsten eines

Tropfens auf einem polirten Platinspatel, keinen Fleck mehr hinterliefs. Darauf wurde das Metall mit dem Filtrum getrocknet, in einen ganz kleinen und leichten Platintiegel gethan, und bis zur vollständigen Einäscherung des Filtrums geglüht. Dann verschlofs man den Tiegel mit einem Deckel, durch welchen Wasserstoffgas hineingeleitet werden konnte, und erhitzte nun das Metall in einem Strome von Wasserstoffgas bis zum gelinden Glühen.

Nachdem das Metall so weit erkaltet war, dafs es sich nicht mehr oxydirte, wurde der Deckel abgenommen und das rückständige Wasserstoffgas herausgelassen, da das Metall noch so heifs war, dafs es kein Wasser einsaugen konnte. Darauf wurde es gewogen.

Die von dem Metalle abgesonderte Salzlösung wurde in einem gewogenen Platintiegel zur Trockne verdunstet, bis zur gänzlichen Verjagung des Decrepitationswassers erhitzt, und alsdann gewogen.

Da in dem Folgenden mehrere Analysen auf dieselbe Art angestellt sind, so habe ich hier ein für alle Mal die Einzelnheiten derselben beschrieben. Der einzige Unterschied bestand darin, dafs, da die Menge des Salzes und des Metalls stets die des im Wasserstoffgas reducirten Gemenges wieder gab, zuweilen nur das Gewicht des Metalls bestimmt und das des Salzes durch Subtraction berechnet wurde.

1) 0,434 Gramm. wasserfreies Natronsalz verloren bei der Reduction 0,118 Grm. an fortgegangenem Chlor. Die rückständige Masse gab 0,117 Grm. Rhodium und 0,199 Grm. Kochsalz.

2) 0,415 Grm. gaben 0,114 Grm. Chlor, 0,113 Grm. Rhodium und 0,188 Grm. Kochsalz.

3) 1,204 Grm. gaben bei der Reduction 0,3325 Grm. Chlor; der Rückstand wurde zu einem andern Zweck angewandt.

Obgleich diese Analysen mit zu kleinen Quantitäten angestellt sind, um das Atomengewicht mit völliger Ge-

nauigkeit zu bestimmen, so sind sie dennoch geeignet, den relativen Chlorgehalt des Natronsalzes und des Rhodiumsalzes zu geben. Dieser Gehalt ist in beiden Salzen gleich, denn 0,199 Kochsalz enthalten 0,120 Chlor, und in 0,188 Kochsalz sind 0,113 Chlor. Daraus ergiebt sich also, dafs dieses Salz aus einem Atome Chlornatrium und einem Atome Chlorrhodium besteht; bei dem Kaliumsalze zeigt die Analyse ein anderes Verhältnifs.

Das Kaliumsalz. Dieses Salz wurde auf gleiche Weise wie das vorhergehende bereitet, und durch Auslaugen mit Weingeist vom Chlorkalium wohl befreit.

1) 3,146 Grm. von dem im Chlorgas bis nahe zum Glühen erhitzten Salze, verloren durch Reduction mit Wasserstoffgas 0,930 Grm. Chlor; aus der rückständigen Salzmasse wurden 0,912 Grm. Rhodium und 1,304 Grm. Chlorkalium erhalten.

2) 1,3 Grm. wasserfreien Salzes verloren bei der Reduction 0,3635 Grm. Chlor, und hinterliefsen 0,358 Grm. Rhodium nebst 0,515 Grm. Chlorkalium.

Man findet leicht, dafs die Gewichte des Chlors und des Rhodiums hier in demselben Verhältnisse stehen, wie bei dem Natriumsalze, dafs aber dagegen das Rhodiumsalz anderthalb Mal so viel Chlor, als das Kaliumsalz enthält; denn 1,304 Chlorkalium enthalten 0,619 Chlor und $619 \times 1\frac{1}{2} = 0{,}9285$. Diefs Verhältnifs zwischen dem Chlorgehalt der beiden einfachen Salze kann schwerlich mit der Annahme vereinigt werden, dafs das Rhodiumsalz eine gleiche Anzahl Atome wie das Kaliumsalz enthalte; dagegen scheint dasselbe zu beweisen, dafs das erstere aus *drei* Atomen Chlor mit *einem* oder *zwei* Atomen Rhodium bestehe. Wir werden weiter unten finden, dafs das Rhodium ein Chlorür besitzt, worin das Metall nur mit $\frac{2}{3}$ so viel Chlor als in diesem Salze verbunden ist; und diefs berechtigt zu dem Schlusse, dafs das Rhodium in dem Chlorüre mit *zwei*, und in diesen rothen Doppelsalzen mit *drei* Atomen Chlor verbunden ist.

Berechnet man aus den Analysen des Kaliumsalzes das Gewicht des Rhodium-Atoms, so erhält man, beim ersten Versuche, aus dem Verhältnisse zwischen Chlor und Rhodium: 651,12, und aus dem zwischen Rhodium und Chlorkalium: 652,27; die Mittelzahl zwischen beiden ist 651,645. Aus der zweiten Analyse erhält man die Mittelzahl 651,15; und wenn man die Mittelzahl aus beiden Analysen nimmt, so bekommt man 651,4, welche Zahl, als wahrscheinlich die richtigere, ich bei dem Folgenden anwenden werde.

Werfen wir nach dieser Bestimmung des Atomengewichts einen Blick auf die analysirten Salze. Es ist klar, dafs man das Kaliumsalz als bestehend aus: $KCl^2 + RCl^3$ betrachten mufs; und wenn man dessen Zusammensetzung nach dieser Formel berechnet, so erhält man nachstehenden Vergleich zwischen der Rechnung und dem Resultat der Analysen.

	Rechnung.	1. Versuch.	2. Versuch.
Chlorkalium	41,50	41,45	41,64
Chlor	29,53	29,56	29,40
Rhodium	28,97	28,99	28,96

Dieses Salz enthält Krystallwasser, welches es nicht bei +100° C. verliert. Wenn es, nach längerem Trocknen in dieser Temperatur, in Chlorgas bis nahe zum Glühen erhitzt wird, so geht das Krystallwasser fort. 100 Th. Salz gaben bei meinen Versuchen 4,88 Th. Wasser. Diefs entspricht dem Gewichte von einem Atome, denn wenn man den Wassergehalt nach der Formel: $KCl^2 + RCl^3 + \dot{H}$ berechnet, so fällt er zu 4,77 Procent vom Gewicht des Salzes aus.

Aus dem angenommenen Atomgewichte ist klar, dafs das Natronsalz besteht aus: $3NaCl^2 + 2RCl^3$; der Vergleich zwischen der Rechnung und den Analysen giebt dann:

	Rechnung.	1. Versuch.	2. Versuch.
Chlornatrium	45,55	45,85	45,30
Chlor	27,48	27,19	27,47
Rhodium	26,97	26,96	27,23

Ich habe angeführt, dafs das Natrumsalz 30 Procent Krystallwasser enthält. Diefs stimmt mit 6 At. Wasser auf jedes Atom Kochsalz, oder mit 18 Atomen auf das ganze Salz überein. Berechnet man den Wassergehalt nach der Formel: $3 Na Cl^2 + 2 R Cl^3 + 18 \dot{H}$, so wird er: 29,52.

Hieraus ergiebt sich also, dafs die rothen Rhodiumsalze in ihrer Zusammensetzung nicht dem Platinchloride proportional sind, sondern einem zwischen dem Chlortüre und dem Chloride liegenden Verbindungsgrad entsprechen, welcher uns beim Platin noch fehlt, obgleich wir durch Edmund Davy's Versuche berechtigt sind, das Daseyn desselben zu vermuthen.

Es fragt sich nun, ob nicht das Rhodium noch einen dem Platinchlorid proportionalen Verbindungsgrad besitzt, und ob nicht ein solcher bei Auflösung der Platinlegirungen sich bilden könne.

Ich suchte deshalb das Rhodium auf die Weise mit dem Platin zu verbinden, dafs ich eine zusammengemischte Lösung von beiden zur Trockne verdunstete und den Rückstand mit Wasserstoffgas reducirte. Das Metall wurde alsdann gut ausgewaschen und mit Königswasser behandelt; dieses liefs das meiste Rhodium ungelöst zurück. Die Lösung mit Chlorkalium versetzt und abgedunstet, gab gelbe Krystalle von dem Platinsalze, während die Mutterlauge sich immer mehr und mehr röthete, und endlich das Rhodiumsalz zu einem rothen Ringe eintrocknete. Kaltes Wasser, in geringer Menge, löste das rothe Salz auf, mit Zurücklassung des Platinsalzes, welches bei der Zerlegung einen geringen Rhodiumgehalt zu erkennen gab, entsprechend den kleinen Quantitäten von den Salzen der Mutterlauge, welche unreine Krystalle stets

enthalten, welche aber durch ein paarmaliges Umkrystallisiren abgeschieden werden können.

Es ist also klar, dafs bei der Analyse der Platinerze kein dem Platinchloride proportionales Rhodiumsalz gebildet wird.

Um indefs zu ermitteln, wie sich die rothe Chlorverbindung für sich verhalte, löste ich das Kaliumsalz in Wasser, fällte das Kalium daraus mit Kieselfluorwasserstoffsäure, filtrirte, verdunstete zur Trockne, löste den Rückstand wieder in Wasser, wobei ein wenig Fluorkieselkalium ungelöst blieb, trocknete die Salzmasse abermals ein, löste sie wiederum in concentrirter Salzsäure, und trocknete sie auf's Neue ein, um den dem Rhodium hartnäckig anhängenden Fluorkiesel zu verjagen.

Das trockne Salz ist schwarzbraun, nicht krystallinisch, wird an der Luft weich und allmählig feucht, und erträgt eine sehr starke Hitze, ohne Chlor zu verlieren und ohne seine Löslichkeit einzubüfsen. Wenn man dieses Salz in concentrirtem Königswasser auflöst und destillirt, so verändert es sich nicht; die Farbe wird zwar schön und tief roth, aber nach Abdestillation des Königswassers erhält man, wenn man die zurückgebliebene Säure mit Kali sättigt, dasselbe Salz, welches zuvor analysirt worden ist.

Auch wenn man das Kaliumsalz mit chlorsaurem Kali und Salzsäure vermischt und langsam verdunstet, erhält man das gewöhnliche Salz.

Diese Versuche beweisen also, dafs das Rhodium eine so geringe Neigung zur Aufnahme von 4 Atomen Chlor besitzt, dafs eine solche Verbindung bisher noch nicht hat dargestellt werden können, weder für sich noch in Form eines Doppelsalzes.

Ich versuchte nun, wie sich das Rhodium verhalten würde, wenn man es in höherer Temperatur einem Strom von Chlorgas aussetzte. Rhodium, in dem Zustande feiner Zertheilung, wie man es bei der Reduction der Dop-

pelsalze durch Wasserstoffgas erhält, wurde in einen dem bei Reduction mit Wasserstoffgas angewandten ähnlichen Apparat gelegt, Chlorgas über dasselbe geleitet, und, nachdem die atmosphärischen Luft vertrieben war, über einer Weingeistlampe so weit erhitzt, dafs die Glaskugel, worin es sich befand, am Boden gelinde glühte. Von Zeit zu Zeit wurde die Gewichtszunahme untersucht, und wann sich keine mehr zeigte, wurde der Versuch abgebrochen. Das Metall hatte dabei an Volumen zugenommen, und stellte nach dem Erkalten ein blasses rosenrothes Pulver dar.

In der Röhre vor der Kugel hatte das Chlorgas ein Sublimat abgesetzt, dessen äufserster Theil gelb war, und sich in Wasser mit gelber Farbe löste. Die Menge desselben war zu gering, um auszumachen, was es eigentlich war.

Dahinter war in gröfserer Menge ein dunkelrothes, nicht krystallisirtes Sublimat, das sich in Wasser mit rother Farbe löste und aus RCl^3 bestand; in dem übrigen Theil der Kugel hatte sich eine dünne, hellgraue Lage sublimirt, welche in Wasser und Säuren unlöslich war, von concentrirter Aetzkalilauge aber bald zersetzt wurde, mit Zurücklassung eines brandgelben Oxydhydrats, dessen Menge aber zu gering war, um näher untersucht werden zu können. Dasselbe graue Sublimat bekommt man auch bei Bereitung der rothen Doppelsalze auf trocknem Wege.

Das von 100 Th. Rhodium erhaltene blafsrothe Pulver, nebst seinem Sublimate, dessen Menge aber äufserst gering war, wog 154,25. Diefs entspricht einer Verbindung von einem Atom RCl^2 mit einem Atom RCl^3, oder einer Verbindung von 2 Atomen Metall mit 5 Atomen Chlor.

Diefs rothe Pulver ist unlöslich im Wasser und in Salzsäure. Kalihydrat wirkt in der Kälte nicht darauf; wenn man es aber damit kocht, so wird es zersetzt und ein gelatinöses Oxyd gebildet, dessen Farbe aus Gelb, Braun und Grau zusammengesetzt ist. Die Zusammen-

setzung dieses Oxydes mufs seyn $= \dddot{\bar{R}} + 2\dot{R}$. Der Ueberschufs des Kalihydrats löst eine Portion von diesem Oxyde mit gelber Farbe auf. Diese Lösung wird nicht von Säuren gefällt.

Wenn dieses Oxyd noch feucht mit Salzsäure übergossen wird, so färbt sich die Säure gelb, ohne dafs das Oxyd seine Farbe verändert; wenn man es aber mit der Säure digerirt, so erhält man eine rothe Auflösung und die Säure läfst ein graurothes oder schmutzig violettes Pulver ungelöst, welches beim Trocknen zusammenbackt, gelinde Erhitzung ohne Zersetzung erträgt, und bei Reduction durch Wasserstoffgas Salzsäure giebt und 60 Procent Rhodium zurückläfst. Diefs ist folglich Rhodiumchlorür $= R\,Cl^2$.

In der rothen Lösung, welche die Salzsäure bildet, ist wahrscheinlich eine Portion Chlorür gelöst, eben so wie es bei den Chlorüren von Platin und von Iridium der Fall ist; wenn man aber das Salz zur Trockne verdunstet, und wiederum in Wasser auflöst, so bleibt wenig oder gar kein Chlorür ungelöst. Das Salz enthält zugleich ein wenig Chlorkalium, welches von dem Kaligehalt des Oxydes herrührt.

Rhodiumoxyd und Rhodium-Sauerstoffsalze.

Bei meinen älteren Versuchen über das Rhodium, habe ich gezeigt, dafs dieses Metall, wenn es in Pulverform mit Kalihydrat und etwas Salpeter vermischt wird, sich bei anfangendem Glühen oxydirt und eine braune Verbindung von Rhodiumoxyd mit Kali giebt, welche bei Behandlung mit Salzsäure ein wenig Chlor ausstöfst und dabei ihr Ansehen verändert.

Bei diesen Versuchen beging ich den Fehler, dafs ich das so behandelte Oxyd für das Chlorür des Metalls ansah, dasselbe scharf trocknete, in einen gewogenen Platintiegel brachte, es wog und nun so lange einer sehr hohen Temperatur aussetzte, bis es reducirt war. Da

ich

ich das Fortgegangene für Chlor ansah und danach das Atomgewicht berechnete, erhielt ich für dasselbe die Zahl 1501,36 oder 750,68, welche ich in meinen Tabellen über die Atomengewichte aufgeführt habe.

Da das durch den erwähnten Versuch gefundene Atomengewicht die Fehlerhaftigkeit der ältern Bestimmung zu erkennen gab, und ich nun eine Untersuchung über die Ursache dieses Fehlers anstellte, fand ich, dafs das, was ich zuvor für Chlorür gehalten hatte, ein Hydrat von Rhodiumoxyd gewesen war. Dasselbe Hydrat, aber etwas kalihaltig, erhält man, wenn man das auf trocknem Wege bereitete Oxyd lange mit Wasser auswäscht. Die Entwicklung von Chlor, welche ich auch bei den neueren Versuchen bemerkt habe, scheint von ein wenig neben Kali im Oxyde zurückgebliebener Salpetersäure herzurühren, deren Menge aber sehr gering ist.

Als ich versuchte dieses Präparat durch Erhitzung in einer kleinen Glasretorte zu zerlegen, so erhielt ich beim Glühen nur Wasser und eine Spur eines Gases, welches aber weder Sauerstoff- noch Chlorgas war. Das Wasser hängt dem Oxyde sehr harnäckig an, so dafs es erst, nachdem das Oxyd eine Stunde lang geglüht war, ausgetrieben wurde. Darauf wurde das Oxyd durch Wasserstoffgas reducirt. Von 100 Th. Oxyd wurden auf diese Weise 6,04 Th. Wasser und 15,36 Th. Sauerstoff erhalten. Der Sauerstoff des Wassers ist $\frac{1}{3}$ von dem des Oxyds, so dafs das Hydrat, nach der Formel $\dddot{\bar{R}}+\dot{\bar{H}}$ berechnet, besteht aus:

Rhodium	75,9
Sauerstoff	17,5
Wasser	6,6.

Dafs der Metallgehalt bei diesem Versuch ein wenig zu grofs ausgefallen ist, rührt daher, dafs, bei der Oxydation desselben auf trocknem Wege, einige Theile des Metalls unangegriffen bleiben, welche nicht abgesondert werden können, weil das Oxyd sich nicht auflösen läfst.

Ich erhitzte nun das rothe Salz von Chlorkalium und Chlorrhodium mit gepulvertem kohlensaurem Natron, und erhitzte das Gemenge in einer kleinen Glasretorte, bis, bei einer noch nicht zum Glühen reichenden Temperatur, alle Gasentwicklung aufhörte. Das Gas wurde über Quecksilber aufgefangen, und die Kohlensäure mit Kalihydrat fortgenommen. Dabei blieben, von den zuerst aufgefangenen Gasportionen, 3,7 Procent, und von den letzten 4,5 Procent von dem Volumen des Gases an Sauerstoffgas zurück. Wäre das Oxyd von $\dddot{R}$ auf $\dot{R}$ reducirt worden, so hätten $14\frac{1}{3}$ Procent Sauerstoff zurückbleiben müssen. Die unbedeutende Menge von Sauerstoffgas, welche das Metall bei diesem Versuch verlor, beweist, dafs es zu einer Verbindung zwischen $\dddot{R}$ und $\dot{R}$ geneigt ist. Das Verhältnifs, welches bei diesem Versuche zwischen dem Oxyde und Oxydule stattgefunden, deutet auf eine Verbindung von 3 und 4 $\dddot{R}$ auf ein $\dot{R}$, und läfst schliefsen, dafs diese Oxyde sich in mehreren Verhältnissen verbinden.

Das durch Glühen mit Salpeter und Kalihydrat erhaltene Oxyd hat auch dieselbe Zusammensetzung, wie das durch Zersetzung des rothen Salzes entstehende, mit dem Unterschiede, dafs es nur $\dddot{R}$ ist, welches statt des Oxyduls vom Kali aufgenommen wird.

Sowohl das Rhodiumoxyd, als auch dessen Hydrat, werden durch Wasserstoffgas ohne Mitwirkung äufserer Wärme reducirt, und sie erhitzen sich dabei, so lange die Reduction fortdauert.

Es ist bekannt, dafs das Rhodium sich beim Glühen oxydirt, und in dieser Hinsicht kann es also nur wie ungefähr das Nickel und das Quecksilber zu den edlen Metallen gerechnet werden. Hundert Theile Rhodium, in dem Zustande von Zertheilung, wie man es bei Reduction seiner rothen Salze durch Wasserstoffgas erhält, unter dem Zutritt der Luft einer vollen Glühhitze ausgesetzt,

vermehrten ihr Gewicht schnell bis zu 115 Th. oder etwas darüber; dann nahmen sie bei fortgesetztem Glühen, wobei sie alle zehn Minuten gewogen wurden, langsam zu, bis sie endlich 118,25 Th. wogen, wo dann das Metall in ein schwarzes Pulver verwandelt war. In einem andern Versuche hörte die Gewichtszunahme bei 117,9 auf.

Es ist klar, dafs diese Oxydationen eben so wenig beim Oxydul stehen bleiben, als wenn der Versuch mit metallischem Eisen angestellt worden wäre; vielmehr ergiebt sich, dafs hier, wie beim Eisen, Verbindungen von dem Oxyd mit dem Oxydule entstehen. Nach der in den angeführten Versuchen erhaltenen Gewichtszunahme, besteht das durch Glühen gewonnene Oxyd aus $\dddot{R}+3\dot{R}$, d. h. das Oxyd und das Oxydul enthalten darin gleichviel Sauerstoff. 100 Th. Metall würden dann nach Rechnung 18,4 Th. Sauerstoff aufnehmen.

Ich habe schon in dem Vorhergehenden gesagt, dafs sich ein Oxyd darstellen läfst, welches aus $\dddot{R}+2\dot{R}$ besteht.

Das Angeführte zeigt, dafs das Rhodium ein Oxydul besitzt, aber ich habe nicht versucht, dasselbe zu isoliren, und die Eigenschaften desselben sind also noch unbekannt. Ich halte es für die Ursache der Erscheinung, dafs die Lösung der zuvor genannten Doppelsalze in Säuren einen Stich in's Dunkelgrüne annehmen, da die Lösungen des reinen Oxyds citronengelb sind.

Die *Sauerstoffsalze* des Rhodiums sind fast ganz unbekannt. Nur das schwefelsaure Rhodiumoxyd ist bisher dargestellt worden. Die Auflösung desselben ist gelb. Da es noch nicht ausgemacht worden ist, ob diese gelben Rhodium-Lösungen sich in gleichem Verbindungsgrad, wie die rothen Chlorsalze, befinden, so habe ich einige Versuche angestellt, um hierüber in's Reine zu kommen.

Schwefelsaures Rhodiumoxyd, erhalten durch Auflö-

sung des Schwefelrhodiums in Salpetersäure, wurde in Wasser gelöst, und die Lösung, nachdem sie mit Salzsäure angesäuert worden, mit Chlorbarium gefällt. Dabei entstand, ungeachtet des Ueberschusses von Salzsäure, ein brandgelber Niederschlag von schwefelsaurem Baryt und Rhodiumoxyd, eine Verbindung, deren Natur mir nicht recht klar ist, und die ausgefällte Flüssigkeit war citronengelb. Als die filtrirte Flüssigkeit in einem Destillationsgefäſse zur Trockne abgedunstet wurde, ging nur Salzsäure, ohne alle Einmengung von Chlor, über, und die in der Retorte zurückgebliebene Salzmasse löste sich im Wasser mit rother Farbe auf.

Der mit Rhodiumoxyd vereinigte schwefelsaure Baryt wurde lange mit concentrirter Salzsäure gekocht, wodurch sich der gröſste Theil des Oxyds auflöste; doch wurde das Barytsalz nicht farblos. Die Lösung in Salzsäure war citronengelb, wurde aber beim Eintrocknen roth, und Wasser löste dann rothes Chlorrhodium auf.

Zum überflüssigen Beweis, daſs die gelben Oxydsalze den rothen Chlorsalzen proportional sind, mag noch gesagt werden, daſs ich, als ich das rothe Kaliumsalz mit Schwefelsäure destillirte, Salzsäure erhielt, und in der Retorte ein schwerlösliches dunkelgelbes Doppelsalz zurückblieb, welches sich im Wasser mit gelber Farbe, aber nur in sehr geringer Menge, auflöste.

Ich habe hiebei den bemerkenswerthen Umstand gefunden, daſs das Rhodiumoxyd und seine Verbindungen mit Basen von Salzsäure, eben so wie von einer Sauerstoffsäure, mit gelber Farbe aufgelöst werden, und daſs die rothe Farbe des Chlorids nicht eher zum Vorschein kommt, als beim Kochen oder beim Verdunsten der Flüssigkeit zur Trockne. Es scheint also ein Auflösung in Chlorwasserstoff zu seyn, wobei sich erst bei höheren Temperaturen der Wasserstoff der Säure mit dem Sauerstoff des Oxydes vereinigt.

Die Sauerstoffsalze des Rhodiums werden am besten

erhalten, wenn man das rothe Kalium- oder Natriumsalz in Wasser löst, die Lösung mit kohlensaurem Natron, in einer etwas gröfsern Menge als zur Zersetzung des Chlorrhodium nöthig ist, versetzt, und nun dieselbe, die dabei nur unbedeutend getrübt worden ist, in einem offnen Gefäfse zum Verdunsten hinstellt. Bei einer gewissen Concentration gelatinirt sie, und setzt ein Oxydhydrat ab, welches, nach dem Auswaschen, mit Hülfe der Wärme in Säuren gelöst werden kann. Es enthält Alkali, und ich weifs nicht, ob es gänzlich davon befreit werden kann. Die Lösung in Säuren ist rein gelb, und schmeckt, wenn sie gesättigt ist, rein zusammenziehend. Das salpetersaure Salz trocknet zu einem gelben Syrup ein, welcher keine Zeichen von Krystallisation zeigt. Andere Salze habe ich nicht in fester Form dargestellt.

Wenn man ein rothes Rhodiumsalz mit kaustischem Ammoniak vermischt, so fällt zuerst nichts nieder, aber nach einer Weile wird die Farbe der Lösung heller, dann gelb, und nun setzt sich ein schön citronengelber Niederschlag ab. Dieser Niederschlag ist Rhodiumoxyd-Ammoniak. Er ist nach dem Trocknen blafsgelb und pulverförmig, und giebt, in einem Destillationsgefäfs erhitzt, ohne irgend eine Art von Decrepitation, Wasser und Stickgas, während metallisches Rhodium zurückbleibt. Er löst sich leicht in Salzsäure mit rein citronengelber Farbe, und diese behält die Lösung bis zum Eintrocknen, wobei das Salz roth wird.

Das Ammoniak schlägt nicht den ganzen Gehalt an Rhodiumoxyd nieder, vielmehr ist die alkalische Flüssigkeit gelb. Durch Eintrocknen erhält man ein gelbes basisches Doppelsalz, das gröfstentheils im Wasser unlöslich ist. Nach dem Waschen und Trocknen giebt es bei der Destillation: Salzsäure, Wasser, Stickgas, Salmiak und metallisches Rhodium.

Vermischt man das rothe Kaliumsalz mit schwefliger Säure, und läfst es dann einige Zeit stehen, so setzt sich

ein blafsgelbes, fast weifses Pulver ab, und die Flüssigkeit verliert an Röthe. Nach dem Waschen und Trocknen ist der Niederschlag weifs und pulverförmig. Bei der Destillation giebt er Schwefligsäuregas und Sauerstoffgas, während saures schwefelsaures Kali und Rhodiumoxyd zurückbleiben, die sich durch Wasserstoffgas zu einem Gemenge von schwefelsaurem Kali und Metall reduciren lassen, unter Entwicklung von Wasser und Schwefelwasserstoffgas. Er enthält 28 Procent Rhodium, welches mit der Zusammensetzung: $\dot{K}\dddot{S} + \dddot{R}\dddot{S}^3$ übereinstimmt. Dieses Salz löst sich wenig in Schwefelsäure, welche sich davon citronengelb färbt. Vom kaustischen Kali wird es beim Kochen zersetzt, und giebt dabei ein gelbes Oxydhydrat. Wenn diefs Oxyd mit Salzsäure behandelt wird, giebt es das rothe Salz. Daraus folgt also, dafs ein Theil des Salzes, welches durch die schweflige Säure reducirt wurde, in der Lösung geblieben ist.

Ich vermischte die Lösung mit kohlensaurem Natron und verdunstete sie; es schlug sich dabei ein dunkel gelbgrünes Oxyd in Form einer Gallerte nieder, und die Flüssigkeit, welche durch das Filtrum ging, war schwach grün, wie von einem Kupfersalze. Diese Farbe rührte aber doch von aufgelöstem Rhodium her, denn als die Flüssigkeit mit Salzsäure gesättigt und abgedunstet wurde, nahm sie wieder eine rothe Farbe an. Das gefällte Oxyd löste sich in Salpetersäure mit einer gelblich grünen Farbe auf, setzte aber zugleich metallisches Rhodium ab. Hienach scheint es also, als habe das Rhodiumoxydul, gleich dem Kupferoxydul, die Neigung, bei Auflösung in Säuren, in Oxyd und Metall zu zerfallen.

Obgleich das Rhodium sich nicht in Königswasser löst, so kann es dennoch durch Zusammenschmelzung mit saurem schwefelsauren Kali gelöst werden; ein Umstand, welcher für die Analyse von grofser Wichtigkeit ist, weil man dadurch in Stand gesetzt wird, selbst ganz kleine Mengen dieses Metalles in Platin, Iridium und Osmium

zu entdecken und aus denselben auszuziehen. Das Rhodium wird beim Glühen unter Entwicklung von schwefliger Säure gelöst, aber die Lösung geschieht langsam, und erfordert, dafs der Platintiegel, worin dieselbe vorgenommen wird, mit einem gut schliefsenden Deckel bedeckt werden kann, damit nicht der Ueberschufs von Säure schnell fortrauche. Sobald bei Abnahme des Deckels die Salzmasse an der Oberfläche gesteht und krystallisirt, wird der Tiegel vom Feuer genommen und abgekühlt, das Salz mit kochendem Wasser ausgezogen, und das Ungelöste mit einer neuen Portion Salz behandelt. Wenn man auf diese Weise Rhodium von Platin oder Iridium scheiden will, so mufs die Umschmelzung so oft wiederholt werden, als noch das Salz bei erneuerter Operation Farbe annimmt. Um nicht bei den Analysen zu grofse Mengen von dem Salze gebrauchen zu müssen, habe ich zuweilen, nachdem das Salz den gröfsten Theil seiner freien Säure verloren zu haben schien, abgewogene Mengen von destillirter Schwefelsäure hinzugesetzt, dieselbe vorsichtig erhitzt, bis ihr Wasser verjagt war, und nun die Schmelzung fortgesetzt. Das Ungelöste mufs allemal umgeschmolzen werden, bis man sich durch die Farblosigkeit des Flusses überzeugt hat, dafs das Salz kein Rhodium mehr aufnimmt.

Das schmelzende Doppelsalz ist, wenn es wenig Rhodium enthält, roth und durchsichtig; wenn es aber damit fast gesättigt ist, sieht es dunkel und schwarz aus. Nach dem Erkalten ist es dunkel oder hell gelb, je nach seinem Metallgehalt. Einige Male habe ich es rosenroth erhalten. Es löst sich träge in kaltem Wasser, aber ganz leicht in siedendheifsem. Die Lösung ist gelb. Das Metall kann aus derselben nicht vollständig niedergeschlagen werden, weder durch Alkali noch durch Schwefelwasserstoffgas. Man mufs dazu die Lösung mit kohlensaurem Kali oder Natron übersättigen, in einem Platingefäfse zur Trockne verdunsten, bis zum Glühen erhitzen,

Durchmesser eine gröfsere Stärke besitzt, als geschmiedetes Eisen; eine Beobachtung, welche schon Seguin gemacht und zur Errichtung von weniger hängenden Eisendraht-Brücken angewandt hat.

Was die *Dehnbarkeit* betrifft, so hat Lagerhjelm als *Maafs* derselben die Kraft angenommen, welche erfordert wird, um eine Stange von gegebenen Dimensionen um ein gewisses Stück zu strecken. Dieses Maafs mufs natürlicherweise bei den verschiedenen Eisenarten sehr ungleich ausfallen. Als *Gränze* der Dehnbarkeit hat er die Verlängerung genommen, welche eine Stange ohne Zerreifsung ertragen kann. Zwischen dieser Gränze und der Elasticitäts-Gränze hat er ein sehr einfaches Verhältnifs beobachtet. Wenn $\triangle$ das Stück ist, um welches die Stange beim Zerreifsen gestreckt wird, und C die Elasticitäts-Gränze derselben bezeichnet; so ist

$$C\sqrt{\triangle} = \text{Constans.}$$

Wie zuvor bemerkt ist, scheint die Bereitungsart des Eisens, keinen oder wenigstens nur einen höchst unbedeutenden Einflufs auf die Elasticität desselben auszuüben; dagegen hat die Bereitungsart bestimmt einen Einflufs auf die absolute Stärke, auf die Homogenität und Dehnbarkeit des Eisens. Lagerhjelm's Versuche haben, hinsichtlich dieses für die Behandlung des Eisens so wichtigen Gegenstandes, mehrere bestimmte Resultate gegeben; es ist aber durchaus nöthig, sie in dem Werke selbst nachzusehen.

Lagerhjelm hat auch, bei dem Zerreifsen einer Eisenstange, eine merkwürdige Veränderung in dem specifischen Gewichte derselben bemerkt. Er fand nämlich, dafs das specifische Gewicht an der Stelle, wo die Stange abrifs, und wo also dieselbe verhältnifsmäfsig die gröfste Streckung erlitten hatte, geringer war als an andern Stellen. Der Versuch wurde bei mehreren Stangen wiederholt und immer mit demselben Resultate. Im Mittel war das spec. Gewicht bei dem ungestreckten Eisen $= 7{,}821$, und an

dem abgerissenen Ende =7,777. Dieſs ist um so sonderbarer, weil an der Stelle, wo das Eisen abreiſst, immer eine bedeutende Wärmeentwicklung statt findet, und dieſs voraussetzen lieſse, daſs das Eisen hier dichter würde.

Poisson ist seinerseits durch eine mathematische Untersuchung dieses Gegenstandes auch zu dem Schluſs gekommen, daſs bei der Ausziehung eine Volumsvergröſserung stattfinde, und zwar dadurch, weil der Querschnitt des ausgezogenen Stücks sich nicht in dem Grade vermindert, in welchem die Längendimension zunimmt *). Poisson, welcher eine mathematische Formel zur Berechnung der Gröſse dieser Volumensveränderung gegeben hat, stützt sich hiebei auf einen Versuch von Cagniard de la Tour, der aber nicht so entscheidend ist, wie der von Lagerhjelm.

Auſser den Versuchen über die Elasticität des Eisens hat Lagerhjelm auch die des *Kupfers*, *Silbers* und *Blei's* durch Schwingungen untersucht. Die Resultate dieser Versuche zeigen, daſs das Eisen ungefähr $1\frac{1}{2}$ Mal elastischer ist als das Kupfer, $2\frac{1}{2}$ Mal elastischer als das Silber und 10 Mal elastischer als das Blei.

Endlich hat Lagerhjelm bei diesen Metallen auch einen Vergleich angestellt zwischen dem direct erhaltenen Werth für ihre Elasticität und dem, welchen man aus dem akustischen Verhalten derselben ableiten kann **). Es ist nämlich bekannt, daſs die Schnelligkeit, mit welcher sich der Schall in einem Körper fortpflanzt, hauptsächlich auf dieser Elasticität beruht, so daſs man aus derselben die Fortpflanzungsgeschwindigkeit desselben durch eine einfache Formel berechnen kann, wenn man die geringe Beschleunigung vernachlässigt, welche in der Schnelligkeit dadurch entsteht, daſs vermöge der Condensationen

*) Man sehe dies. Ann, vorig. Bd. S. 516.

**) *K. Vetensk. Acad. Handling.* für 1827.

bei den Schallvibrationen etwas Wärme frei wird. Diese Beschleunigung kann hier um so eher vernachlässigt werden, als sie bei den starren und flüssigen Körpern weit geringer ist, als bei den Gasen.

Es ist ferner bekannt, daſs wenn eine Stange von einem starren Körper, mit einem ihrer Enden befestigt und darauf in longitudinale Erzitterungen versetzt wird, die zur Vollbringung einer Schwingung nöthige Zeit genau derjenigen gleich ist, welche der Schall gebraucht, um die Stange der Länge nach zu durchlaufen. Aus dem Tone also, welchen die Stange in diesem Falle giebt, erhält man genau die Fortpflanzungsgeschwindigkeit, und folglich kann man auch aus dem Tone der Stange die Elasticität derselben berechnen. Versuche über die Töne, welche mehrere starre Körper geben, wenn man sie in longitudinale Schwingungen versetzt, sind früher von Chladni und Savart angestellt worden, und unter andern haben sie auch diese Töne bei Eisen-, Kupfer- und Silberstangen untersucht. Der Vergleich, welchen Lagerhjelm zwischen der aus diesen Tönen berechneten, und der durch seine Versuche gefundenen Elasticität angestellt hat, zeigt eine so genaue Uebereinstimmung, wie man sie nur wünschen kann, und giebt zugleich einen kräftigen Beweis von der Richtigkeit der mathematischen Theorie der Schallfortpflanzung.

Lagerhjelm's Versuche geben, wenn man das Schiffpfund zur Gewichtseinheit und die Decimalquadratlinie zur Flächeneinheit annimmt, für das Eisen dem Elasticitätscoëfficienten $=1070$. Eine Berechnung von Savart's Versuche über die Töne von Eisenstangen geben denselben $=1033$.

Beim Kupfer geben Schwingungsversuche den Coëfficienten 695, die Berechnung der Savart'schen Tonversuche dagegen 677.

Beim Silber geben Schwingungsversuche den Coëfficienten 443; aus der Berechnung der Chladni'schen

Versuche über die Töne einer Silberstange findet man ihn =461.

Die folgende Tafel enthält die Elasticitäts-Coëfficienten mehrerer Körper, wie sie Lagerhjelm theils aus seinen und Anderer Versuche über die Elasticität, theils durch Berechnung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalls gefunden hat.

Stangeneisen	1070	. . Lagerhjelm
Kupfer	686	. . Lagerhjelm
Gufseisen	658	. . Tredgold
Messing, gezogen	522	. . Savart und Chladni
Silber	443	. . Lagerhjelm
Glas	368	. . Chladni
Messing, gegossen	325	. . Tredgold
Blei	118	. . Lagerhjelm
Wasser	108	. . Colladon und Sturm.

Hienach scheint es also, dafs das Eisen zum wenigsten 10 Mal elastischer ist als das Wasser.

III. *Ueber das Zerreifsen von Harzmassen, welche ein gröfseres Volumen besitzen, als ihnen nach ihrer Temperatur zukommt;*
von Otto Unverdorben.

Wird ungefähr eine halbe Unze helles Colophon in einer flachen, 2 bis 3 Zoll weiten Porcellanschale geschmolzen, und zwar eine Zeit lang, damit sich das ätherische Oel desselben meist verflüchtige, so erhält man, nachdem es ruhig erkaltet ist, eine durchsichtige, stark am Gefäfse haftende Masse. Versucht man jetzt einen Rifs, auch nur den feinsten, auf der ebenen Harzfläche hervorzubringen, so zerspringt die ganze Masse, unter einem schwachen Geräusch, plötzlich in Risse, die von

der verletzten Stelle nach der Peripherie auslaufen. Indefs behält die so zerrissene Masse noch einigen Zusammenhalt.

Die Figuren 1. bis 4. Taf. V. stellen die Oberflächen solcher Harzmassen in halber Gröfse vor. Bei Fig. 1. ist der Theil *baedc* im Verhältnifs zu der übrigen Fläche etwas gröfser, wie in der Wirklichkeit, gezeichnet, um die einzelnen Punkte deutlich zu zeigen; auch sind der Deutlichkeit halber die kleinen Querrisse fortgeblieben, welche oft die von der Mitte auslaufenden Risse mit einander verbinden.

Colophon, welches seinen Gehalt an ätherischem Oele durch langes Schmelzen ganz verloren hat, reifst leicht und oft von selbst während des Erkaltens; doch erträgt es das Erkalten noch leicht, wenn es in der Schale eine sehr dünne Schicht bildet, wo dann die Zusammenziehung der Harztheile, in Richtung der Oberfläche, durch die Adhäsion der Masse zum Boden der Schale sehr geschwächt wird.

Einige Tropfen fetten Oeles mit einem solchen spröden Colophon (ungefähr 10 Tropfen auf 10 Gramm.) in einer Porcellanschale geschmolzen, benehmen diesem oft die Eigenschaft, beim Erkalten von selbst zu zerreifsen. Dann reifst die Harzfläche nur, wenn man ihre Oberfläche verletzt, z. B. mit einer Nadel ritzt. Colophon, das durch zu kurzes Schmelzen noch zu viel ätherisches Oel behalten hat, oder dem zu viel fettes Oel hinzugesetzt worden ist, reifst auf keine Weise.

Wenn man erhitztes, von ätherischem Oele befreites Colophon in dünne Fäden zieht, so kann man an diesen beobachten, dafs das Colophon sowohl einen gewissen Grad von Elasticität besitzt, als auch einen gewissen Grad von Biegsamkeit oder Streckbarkeit, vermöge welcher es die beim Biegen erhaltene Gestalt mehr oder weniger beibehält.

Das Zerreifsen der Harzmassen wird also abhangen:

1) Von der Streckbarkeit, die sehr gering ist, wenn das Harz kein ätherisches Oel enthält, die aber desto bedeutender wird, je mehr ätherisches oder fettes Oel mit demselben verbunden ist. — 2) Von der Elasticität derselben, die in dem Grade wächst, als die Streckbarkeit abnimmt. — 3) Von der Kraft, mit der sich das schon erstarrte Harz durch weiteren Wärmeverlust zusammenzuziehen strebt. — 4) Von der Cohäsion des Harzes und seiner Adhäsion zum Gefäfs. — 5) Von der Ursache, die das Zerspringen einleitet.

Wenn diese fünf Gröfsen bekannt wären, liefse sich wahrscheinlich das Phänomen des Zerreifsens der Harzmassen dem Calcul unterwerfen; denn einzusehen ist, dafs dieses Aufreifsen einem Gesetze folgen mufs.

In Praxis ist es mir jedoch nicht gelungen, ein ganz regelrechtes Aufreifsen der Harzmassen zu bewirken. Denn, wenn auch das Gefäfs regelmäfsig ausgeschliffen ist, wird doch das Aufreifsen durch die geringste Unregelmäfsigkeit im Schmelzen oder Abkühlen, durch kleine Blasen oder sonstige Gegenstände im Harze mannigfach gestört.

Am Regelmäfsigsten geschieht noch das Aufreifsen, wenn man das Harz in einem Leinölbade, in kugelförmig geschliffenen Gefäfsen oder in Uhrgläsern, so lange erhitzt, jedoch gelinde, damit sich keine Blasen bilden, bis das Harz zwischen den Zähnen, ohne zu kleben, völlig spröde erscheint, hierauf das Gefäfs mit einer Pappschachtel bedeckt, und nun es ruhig erkalten läfst. Bei einem schnellen Erkalten an der Luft wird die Harzmasse, durch ungleiche Zusammenziehung, fadenartig.

Die Erscheinung hat also darin ihren Grund, dafs das Harz, indem es erstarrt, sich fest an die Wände des Gefäfses legt, und vermöge seiner Adhäsion zu diesen sich nicht stärker als das Gefäfs zusammenziehen kann. Das Harz, sich selbst überlassen, zieht sich aber bei gleichem Wärmeverlust stärker zusammen als Porcellan, Glas,

Blei und Gold. Dadurch wird das Harz in einem Zustand von Spannung versetzt, vermöge welcher, wenn einmal eine äufsere Ursache, als Stofs, u. s. w., die Cohäsion des Harzes an einer Stelle unterbrochen hat, die ganze Masse nach verschiedenen Richtungen aufgerissen und vom Gefäfse abgetrennt wird.

Es stelle nämlich Fig. 1. Taf. V. die in dem Gefäfse erstarrte Harzmasse vor, welche in *a* mit einem Rasirmesser in Richtung *be* berührt worden ist, und dadurch in derselben Richtung einen feinen Rifs erhalten hat. Es sey ferner Fig. 6. Taf. V. ein Durchschnitt der Harzmasse, nach Richtung *ut* (Fig. 1.) durch *a* gelegt, und *bac* ein Durchschnitt des Risses, den das Messer in die Harzmasse *dike* gemacht hat. Vermöge seiner Elasticität wird sich nun der Theil *beaf* in der Richtung *af* zusammenziehen, eben so der Theil *dcga* in Richtung *ag*. Durch diese Zusammenziehung und den damit verbundenen Stofs wird nun die Harzmasse nach der Richtung *ah* aufreifsen, und dieser Rifs, unter fortwährendem Zusammenziehen der rechts und links von ihm liegenden Theile *afhk* und *gaih*, bis *h* wachsen, wo dann seine Seiten *rh* und *sh*, wie Fig. 7. zeigt, eine krummlinige Gestalt annehmen. Hiedurch wird nun nothwendig auf das Harz in *h* ein Zug von *h* nach *t*, in Richtung der Tangente der Curve, ausgeübt, und vermöge dieses Zuges und des mit dem Wachsen des Risses verbundenen Stofses wird sich das Harz in *h* von dem Gefäfse ablösen.

Kehrt man zu Fig. 1. zurück, so wird da, wo die Linie *bae* war, eine Lücke entstanden seyn, die, wie Fig. 8. vielfach vergröfsert darstellt, von krummlinigen Rändern *er*, *rb*, *bs*, *se* begränzt ist. Diese Ränder befinden sich offenbar in einem erhöhten Zustande von Spannung, da sie gröfser geworden als *ea* und *ab* (Fig. 1.), und da sie überdiefs nicht mehr mit dem Boden des Gefäfses in Verbindung stehen, so werden sie vorzugsweifse

zum

zum Reiſsen geneigt seyn. Dieſs stellt sich denn auch wirklich bei *e* und *b* ein, und zwar ist ihr Winkel *cbe* allemal ein stumpfer, obgleich er oft um mehrere Grade variirt. Hier sind also die angeführten Kräfte, verbunden mit dem Bestreben von *rbc* sich nach *nm* zusammenzuziehen, gröſser als die Cohäsion des Harzes in *bc*.

Zugleich muſs bemerkt werden, daſs die Risse *de* und *bc* nicht im Endpunkte des Risses *erbs* entstehen, sondern etwas vor den Endpunkten *b* und *e*, während *erbs* in gerader Richtung bis *l* und *y* fortreiſst. Wie nun *bc* zerrissen ist, so reiſst auch *ed*; eben so reiſst auch die Harzmasse von *c* nach *i*, von *i* nach *w*, und von *w* nach *x*.

Während dieses fortwährenden Reiſsens löst sich auch die Harzmasse längs den Rissen vom Boden des Gefäſses ab, wie es oben beschrieben worden ist. Dieses Ablösen wird nun, je weiter sich der Riſs von *b* nach *c*, *i* und *k*, und der andere Riſs von *e* nach *d* und *k* erstreckt, immer weiter von der Mitte der Masse um sich greifen, und wenn die Streckbarkeit des Harzes sehr gering ist, wird aus leicht erklärlichen Gründen die ganze Masse vom Boden des Gefäſses abspringen. Bei diesem Abspringen vergröſsern sich die Zwischenräume zwischen der Harzmasse und dem Gefäſse in dem Maſse, daſs daselbst das Licht nicht mehr in Farben zerlegt wird. Auf gleiche Weise, wie die obere Hälfte der Fig. 1. zerrissen ist, reiſst übrigens auch die untere Hälfte.

Wenn die Streckbarkeit der Harzmasse durch einen stärkeren Gehalt an Oel gröſser ist, so tritt ein anderer Fall ein. Nachdem sich nämlich das Harz in der Mitte vom Gefäſse abgelöst hat, kommt ein Punkt, wo die Adhäsion des Harzes zum Gefäſse gröſser ist, als die Kraft, mit der es sich loszureiſsen sucht. Denn bleibt das Harz, wie es in Fig. 3. Taf. V. vorgestellt ist, an einer Stelle *a* am Gefäſse haften, und diese Stelle erscheint von oben gesehen dunkel, umgeben von Farbenringen, die durch

die dünne Luftschicht gebildet werden, welche in die Zwischenräume eingedrungen ist. Durch diese Farbenringe liefse sich die Biegung der Harzmasse messen. Bei solchen streckbaren Harzmassen erhalten auch die Risse eine gröfsere Länge, und sie wachsen langsam, so dafs man ihre Verlängerung beobachten kann, während sie bei spröden Massen in einem Moment gebildet werden.

Wenn das Harz einen starken Grad von Streckbarkeit besitzt, kommen auch mehrere solcher nicht losgerissener Stellen vor, und wenn diese symmetrisch vertheilt liegen, erhält die zerrissene Masse ein ganz artiges Ansehen. Fig. 4. Taf. V. stellt einen Fall der Art dar, wo die dunklen Flecke die nicht losgerissenen Stellen bezeichnen.

Oft bleiben auch am Rande Stellen von geringer Breite, wie *khaiwx* Fig. 8., am Gefäfse sitzen, und diese erscheinen dann als dunkle Stellen, wie in Fig. 1. angedeutet ist. Besitzt das Harz einen bedeutenden Grad von Streckbarkeit, so nehmen diese Randstellen die in Fig. 3. angegebene Gestalt an.

Bei den blofs theilweise gesprungenen Massen besitzen nur die nicht losgerissenen Stellen noch einige Spannung, und diese können dann durch Stechen mit einer Nadel zum Aufreifsen gebracht werden.

Die in Fig. 1—4. abgebildeten Gestalten werden auch hervorgebracht, wenn man den in der Schale erkalteten Harzkuchen mit irgend einem spitzigen eckigen oder runden Körper berührt oder stöfst, da selten der Stofs so regelmäfsig ausgeführt wird, dafs nicht dadurch das Harz vorzugsweise in einer Richtung verletzt würde.

Wenn eine etwas dicke und zugleich wenig streckbare Harzmasse mit einem harten Körper im Mittelpunkt berührt wird, so gestaltet sich das Aufreifsen im Innern auf die Art, wie es Fig. 9. zeigt. Diefs ist besonders deutlich zu sehen, wenn man die gesprungene Harzmasse vorsichtig aus der Schale herausschneidet.

Wenn man die Harzmassen recht gleichförmig verletzt, so erhalten die Risse und die dadurch gebildeten Figuren einen ziemlichen Grad von Regelmäfsigkeit. Diese regelmäfsige Verletzung bewirkt man am besten, wenn man eine erwärmte Nähnadel senkrecht in die Mitte der noch flüssigen Harzmasse taucht und mit derselben erkalten läfst. Ist die Masse nicht zu spröde, so reifst sie beim Erkalten nicht, und man kann dann durch einen sanften Druck auf den Cylinder sehr regelmäfsige Figuren hervorbringen. Beispiele der Art liefern Fig. 5. und Fig. 10. Um hier nicht zu sehr in's Detail zu gehen, mag hier nur noch bemerkt werden, dafs in diesen Figuren die Zahl der Segmente um so gröfser wird, je geringer die Streckbarkeit des Harzes und je dicker der eingeschmolzene Cylinder ist. Das Aufspringen der Masse läfst sich auch durch Erkältung des Cylinders mittelst Aether bewerkstelligen. Zuweilen, wenn die Harzmasse etwas spröde ist, reifst sie auch von selbst beim Erkalten.

Setzt man mitten auf eine ruhig erkaltete und wenig streckbare Harzmasse behutsam ein zuvor mit der Hand erwärmtes Uhrglas, und giefst nun in dasselbe ein wenig Aether, dessen Verdampfung man nöthigenfalls durch Daraufblasen mit einem Löthrohre verstärkt, so zerspringt das Harz, entweder während dieses Erkaltungsprocesses oder bei der geringsten Erschütterung des Uhrglases, und dabei wird letzteres oft um mehr als einen Zoll in die Höhe geworfen. Die hiedurch entstandenen Risse haben die in Fig. 11. abgebildete Gestalt, und Fig. 12. zeigt eine so grofse Masse im Durchschnitt.

Wie sich das Zerspringen des Harzes in dickeren Massen gestaltet, kann man beobachten, wenn man eine ungefähr $\frac{1}{2}$ Unze fassende Flasche mit geschmolzenem Harze ganz füllt, und, nach der beim Erkalten erfolgenden Zusammenziehung der Masse, noch so viel nachgiefst, dafs sie bis in den Hals der Flasche herauftritt. Ver-

letzt man nun die Masse, nach ihrer Erstarrung, mit einer Nadel, so bilden sich Risse, welche die in Fig. 13. abgebildete Gestalt besitzen. Bei diesem Aufreifsen steigt die Masse nicht in den Hals empor, und sie vergröfsert also dabei ihr Volumen nicht.

Die Regelmäfsigkeit des Aufreifsens bei Versuchen dieser Art bleibt, ungeachtet aller Sorgfalt, immer ziemlich unvollkommen. So schreitet oft ein Rifs schneller vor als die andern, und durch die unregelmäfsige Spannung geschieht es dann, dafs sich Stellen, wie in Fig. 14., bilden, von denen aus die Risse sich auf's Neue fächerartig ausbreiten.

Alle diese Versuche lassen sich wahrscheinlich auch mit geschmolzenem und vorsichtig erkaltetem Glase anstellen, wie denn überdiefs klar ist, dafs die hier beschriebenen Erscheinungen mit denen bei den sogenannten Glastropfen und der bologneser Flasche in naher Beziehung stehen.

IV. *Elasticität des Eises.*

Ueber die Elasticität des Eises besitzen wir noch keine Bestimmung, die sich an Genauigkeit mit der von den HH. Colladon und Sturm über die Elasticität des Wassers vergleichen liefse; ein genäherter Werth für diese Gröfse ergiebt sich indefs aus den Versuchen von Hrn. Bevan (*Phil. Trans.* 1826, *III. p.* 304.) Derselbe schnitt aus der Eisdecke eines gefrornen Teiches ein Parallelepipedon von 100 Zoll Länge, 10 Zoll Breite und 3,97 Zoll mittlerer Dicke, so dafs es mit einem Ende noch mit der Eismasse verbunden blieb, und liefs nun auf dasslbe, 2 Z. vom freien Ende, ein Gewicht von 25 Pfund wirken. Die dadurch erfolgende Biegung betrug hier 0,206 Zoll. Hieraus berechnet Hr. B. für das Eis den Elasticitäts-Modulus =2 100 000 Fufs, während er denselben für das Wasser, nach Canton's Versuchen, =2 178 000 Fufs, also nahe eben so grofs findet. Zu bemerken ist, dafs diese Zahlen keinen unmittelbaren Vergleich gewähren, da die Höhe des Elasticitäts-Modulus zum Theil vom specifischen Gewichte abhängt, wie man unter andern aus dem N. Gehler'schen Wörterb. Th. III. S. 223. ersehen kann.

V. *Ueber das Gewitter; von H. W. Dove.*

Die Gewitterbildung wird gewöhnlich als ein in vollkommnes Dunkel gehüllter Procefs dargestellt, sie ist zugleich die Stätte, von welcher aus die Elektricität in die Meteorologie eingeführt wird, deren geheimnifsvollem Wirken dann alle atmosphärischen Veränderungen leicht zugeschrieben werden. Hube hat diese Ansicht am consequentesten in seinem Buche über die Ausdünstung durchgeführt, da aber seinen Annahmen eine empirische Bewährung fehlte, ist diefs an scharfsinnigen Bemerkungen und gut zusammengestellten Thatsachen reiche Buch in Vergessenheit gekommen. Als aber durch Volta's grofse Entdeckung sich plötzlich alle Räthsel zu lösen schienen, mit denen die Natur uns umgiebt, als nun auf einmal die Sprache verständlicher wurde, in der sie zu uns redet, huldigte die Wissenschaft dem unbegreiflichen Talent dieses seltenen Mannes dadurch, dafs sie sich ihm vollkommen unterwarf, und wie in unsern Tagen alles, was an eine Spirale erinnert, Elektromagnetismus seyn mufste, so galt damals die Elektricität in der Naturwissenschaft als Hermes, als Führer der Seelen. Besonders mufste die Meteorologie den harten Dienst unter der Elektricität durchmachen. Die Spuren dieser unglücklichen Herrschaft finden sich noch in den mannigfaltigen Hypothesen, die oft einander widersprechend nur das gemein haben, dafs man mit dem Wort Elektricität ein Letztes ausgesprochen zu haben meint, von dem es eben genüge, den Namen genannt zu haben, um darin die Auflösung jedes Problems zu finden. Es ist daher zu untersuchen, auf welche Art damit bei dem Gewitter selbst argumentirt wird.

Deluc und Saussure haben gezeigt, dafs Wolken nicht Magazine von Elektricität sind; Deluc hat er-

wiesen, dafs häufig die Erregung der Elektricität in den Gewitterwolken und die Erzeugung des Blitzes in einem Augenblicke zusammenfallen. Soll nun aber die Elektricität das Agens in der Bildung seyn, so mufs sie früher schon frei gewesen seyn, ehe es zum Blitz kommt. Als ein Beweis dafür wird angeführt die Umkehrung des Windes, die Luft werde nämlich durch die elektrische Repulsion von der Wolke abgetrieben, es blase also von ihr ein starker oft sehr kalter Wind. Der Wind aber, welcher der Gewitterwolke vorangeht, folgt ihr auch; denken wir uns nun um dieselbe 4 Beobachter vertheilt, so wird der, auf welchen sie zukommt, sagen: die Luft wird elektrisch repellirt, der, über dessen Zenith sie hinweg ist: die Luft wird elektrisch angezogen, die beiden Seitenbeobachter: die Wolke wirkt gar nicht auf die Luft. Von horizontaler Polarität der Gewitterwolken hat aber, glaube ich, noch Niemand gesprochen. Dafs aber der Wind kalt sey, wird als ein Beweis dafür angeführt, dafs hier nicht von gewöhnlichem Niederschlag die Rede seyn könne. Aufserdem aber, dafs ein kalter Wind von der Gewitterwolke herweht, steigt auch, wenn diefs geschieht, das Barometer, und man mufs also zeigen, warum dadurch, dafs Luft fortgestofsen worden ist, die Luft, nachdem diefs geschehen, schwerer geworden ist *). Es geht aber dem Gewitter nicht immer ein kalter Wind vorher, sondern oft ein sehr warmer; die richtige Erklärung mufs beide zusammenfassen. Natürlich müssen aber in einer Erscheinung, in welche so viele Bedingungen eintreten, alle Einzelnheiten scharf gesondert werden.

Eine Wolke überhaupt ist nichts Fertiges, sie ist kein Product, sondern ein Procefs, sie besteht nur, indem

*) Jene Hypothese ist aufserdem mit der Erfahrung im Widerspruch, da nach den Versuchen von Erman (Abhandl. d. Berl. Acad. 1814) elektrisirtes Wasser auf der Kugel eines Rumford'schen Thermoskops dieselbe Temperaturerniedrigung giebt, als unelektrisirtes, und die Elasticität der Dämpfe ebenfalls dieselbe ist.

sie entsteht und vergeht. Niemand wird die weifse Schaumstelle in einem hellen Gebirgsbach von der Höhe gesehn für etwas Festes auf dem Boden Liegendes halten. Und ist die Wolke, die den Gipfel des Berges umhüllt, etwas Anders? Der Stein ist der Berg, der Bach die Luft, der Schaum die Wolke. Stehen wir höher, so sehen wir auch nur die vollkommen weifse Wolke und durch den durchsichtigen Luftstrom den Boden. Eine Wolke wird desto stärker elektrisch, je lebhafter dieser Procefs eingeleitet ist, sie wird Gewitterwolke durch plötzliches Hervortreten; gleichgültig dabei ist, ob sie blitzt, so wie eine Kleistische Flasche geladen ist, wenn auch der Funke nicht überspringt. Die Landleute nennen daher Platzregen sehr richtig: stille Gewitter. Warum an der plötzlich hervortretenden Wolke durch die elektrische Atmosphäre des Bodens Elektricität durch Vertheilung grade am stärksten hervortreten könne, haben Erman's schöne Versuche gezeigt (Gilbert's Annalen Bd. 15, S. 385.). Dafs diese Elektricität eine durch den Niederschlag freiwerdende sey, ist nach Erman's (Abhandl. der Berl. Acad. 1818, S. 351.) neuerdings von Pouillet (dies. Ann. Bd. 87. S. 417. 442.) bestätigten Versuchen unwahrscheinlich.

Ist nun eine plötzliche Wolkenbildung zum Hervortreten einer starken elektrischen Spannung nöthig, so habe ich zu zeigen:

1) Dafs nach Beobachtungen diefs sowohl in der Entstehung als dem Fortgange des Gewitters sich ergeben hat.
2) Dafs, wo diefs auch nicht direct beobachtet werden kann, alle das Gewitter begleitenden atmosphärischen Erscheinungen nichts anders sind, als die eines plötzlichen Niederschlags.

Für die Gebirgsgewitter berufe ich mich auf die Beobachtungen von Deluc und Saussure, da ich nur eins habe in meiner Nähe entstehen sehen, wo bei einem lebhaften SW. auf und über der Schneekoppe eine Ge-

witterwolke lag, die häufig blitzte und donnerte, während südlich weiter hinauf der Teufelsgrund bis zu den Aupefällen in hellem Sonnenschein lag. Warum aber an einem bestimmten Ort sich gewöhnlich die Gewitter bilden, ist in der Localität begründet. »Bei Brundlen auf dem Pilatusberge ist ein kleiner See, worauf sich fast alle Ungewitter erzeugen. Sie fangen sich mit einer kleinen Wolke an, die sich an den benachbarten Felsen des Sees legt, der viel höher steht. Wenn diese Wolke über den Felsen hinaufsteigt, welches doch sehr selten geschieht, so zertheilt sie sich, gemeiniglich aber bleibt sie dann unbeweglich und wird zusehends gröſser. So wie sie zunimmt senkt sie sich, und wird zu einer schwarzen Wolke, die erschrecklich donnert.« (Hannöver. nützl. Samml. 1757, S. 53.) Für die Gewitter der Ebene bedarf es keiner Autorität, da jeder weiſs, wie plötzlich der Himmel sich verdunkelt, wie die Wolken aus sich selbst herauszuwachsen scheinen; besonders auf Bergen sieht man dieſs deutlich, wenn über ein zwischenliegendes Thal von einer gegenüberstehenden Bergspitze ein kalter Wind in gleicher Höhe mit dem Beobachter horizontal einfällt; wo die Wolke nicht als Continuum mit dem Winde fortschreitet, sondern der Nebel in lauter traubenförmigen Bündeln plötzlich herabhängt.

Eine Wolke wird desto stärker elektrisch, je entschiedener der Niederschlag ist. Daher sind vom Horizont heraufkommende Gewitter stärker, als im Zenith sich bildende.

Eine Wolke bleibt nur Gewitterwolke dadurch, daſs dieser heftige Niederschlag fortwährend erneuert wird. »Man bemerkt, daſs bei einem über uns schwebenden, mit Regen begleiteten Gewitter der Platzregen vor jedem Blitze mit verdoppelter Gewalt und Schnelligkeit herabgestürzt wird.« (Reimarus, vom Blitze, §. 154.) Ich habe in Schlesien ein Gewitter gesehn, wo diese einzelnen Niederschläge bei jedem Blitz und Donner durch

vollkommnes Aufhören des Regens von einander getrennt waren, eine Erscheinung, die gar nicht selten seyn mag, wenn ich sie auch nirgends angeführt finde. Man hat sogar für diese erneuerte Bildung der Wolke vor dem Blitz ein besonderes Wort: den Drang der Wetterwolke. »Die Zunahme der elektrischen Spannung hängt vorzüglich von der Raschheit ab, womit der Niederschlag erfolgt, daher sich der Blitz auch da entzündet, wo die Wolke am dicksten ist, und die stärksten Regengüsse ausschüttet.« (Pfaff, N. Gehler. Wörterb. I. S. 1002.)

Eine Wolke verliert diese starke elektrische Spannung, wenn diese plötzliche Bildung nachläfst. »Der Cumulostratus scheint durch eine plötzliche Veränderung seiner Elektricität in den Nimbus überzugehen, denn bei Beobachten des Fortgangs des Gewitters durch eine lange Reihe dieser Wolken am Horizont habe ich mich überzeugt, dafs die Wolken, welche aufgehört hatten Entladungen zu geben, in ihrem oberen Theil diese Veränderung erlitten hatten, indefs andere, zwischen denen die Blitze noch hin und her fuhren, oder die jenseits derselben lagen, ihre schwellend runde Gestalt eine Zeit lang länger behielten.« Howard.

Ist also ein plötzlicher starker Niederschlag zur Gewitterbildung nöthig, so dürfen wir uns nur in der Windrose die Bedingungen aufsuchen, welche diesen erzeugen, um daraus das Gewitter zu construiren.

Die gröfsten Temperaturdifferenzen finden wir bei S., SW. und N., NO. Ein plötzliches Vermischen geschieht aber am leichtesten dadurch, dafs der kältere Wind dem wärmeren folgt. Ihre Verwandlung in einander mufs eine Drehung S. W. N. seyn.

Ehe das Gewitter heraufkommt (Fig. 15. Taf. V.) wird also ein südlicher Wind wehen, nachher ein nördlicher. Die Gewitter gehören also zu den Erscheinungen der Westseite. Da aber der kältere Wind zuerst unten einfällt, so wird unmittelbar vor der Gewitterwolke der

kältere nördliche Wind herwehen (Fig. 16. Taf. V.), das Barometer während des Gewitters rasch steigen, die Temperatur sich nach demselben bedeutend erniedrigen. Weil nun vor dem Gewitter zwei Winde einander grade entgegen wehen, so wird diefs eine Windstille erzeugen, die wir drückende Luft nennen, die Hitze vor dem Gewitter, besonders auch in der Höhe der Atmosphäre, da der Südwind herrschend war, bedeutend seyn.

Mehrere rasch auf einander folgende Gewitter sind die als Niederschlag dargestellte Drehung von S. durch W. nach N.; das folgende Gewitter kommt also aus einer immer mehr nördlichen Gegend.

Soll durch einen südlichen Wind, der auf einen kälteren Wind folgt, plötzliche Vermischung entstehen, so mufs die Intensität des südlichen Windes bedeutend seyn. Solche Gewitter gehören also der Ostseite an, sie müssen höher ziehen und können sich wegen der widerstehenden kälteren Luft nur langsamer fortpflanzen. Das Barometer fällt während solcher Gewitter, während die Temperatur sich erhöht. Da aber die Intensität des südlichen Windes bedeutend seyn mufs, so sind sie am häufigsten eine Erscheinung der fallenden Seite eines barometrischen Minimum. Sie sind im Ganzen selten. Uebereinstimmend mit diesen sind die seltenen Gewitter der Westseite, während des Zurückspringens des Windes. Auch bei diesen mufs das Barometer fallen, die Temperatur steigen.

1) Die Winde, welche vor dem Gewitter wehen, sind Südwinde mit einer Drehung nach West.

Paris. Die Winde, welche zur Zeit eines Gewitters in unsern Climaten wehen, sind gewöhnlich SSW., SW., WSW. *Lamark, Journ. de phys.* 1800.

Kiel. Hier steigen die Gewitter gewöhnlich in SW. auf. Pfaff.

Danzig. Die Gewitter kommen gewöhnlich mit S. oder SW., wobei der Unterwind schnell nördlich wird.

(Kleefeld, Beob. 1807—1824), aus Süd und West. 1730—1750. Reyger. (Abh. der naturforsch. Gesellschaft, 1754.)

Königsberg. Die Gewitter kommen gewöhnlich mit SW. oder W. Beob. von Sommer 1799—1822. (Beiträge zur Kunde Preufsens, 6. S. 407.)

Eben so in Norwegen, Hamburg u. s. w. *Auster fulmine pollens Lucret.* 5. S. 744.

2) Für den Zusammenhang des Druckes und der Temperatur mit dem Gewitter einige Beispiele.

Am 24. August 1826 stand in Königsberg nach einer Mittagshitze von 22—23° R. das Barometer Ab. 6 Uhr mit S. auf 336‴,94. Da drehte sich der Wind plötzlich von S. durch W. nach N., augenblicklich war auch das Gewitter da, das Barometer stieg in einer Stunde 0‴,94.

Halle. Nach Winkler's Beobachtungen (8. 12. 2. 6. 10. Uhr) mit T die mittlere Temperatur in Reaum. Graden bezeichnet.

		S. 1	SW. 3.	SW. 3.	NNW. 3. Gew.	NW. 4.	
1825.	1. Jul.	333,43	332,42	32,10	32,22	32,95	T=14°,6

2. Jul. bei NNW. Bar. 333,61 bis 335,64 T=10°,3

		SSW. 3.	SW. 2.	WSW. 3.		WNW. 2.	
1825.	26. Jun.	33,48	33,33	33,25	Gew.	34,18	T=15°,9

Da der SW. den andern Tag bleibt, so ist die Temperaturerniedrigung nur gering den 27. T=14°.

		SW. 1.			W. 4.	W. 3.	
1824.	15. Mai	329,01	Gew.	4 U.	29,45	30,36	T=13°,6

Am 16. T=9° bei SW. u. Regen. Am 17. T=7°,4 NW.

Oft kann man, wenn der Wind auch ungeändert bleibt, an den Wolken die Drehung beobachten. So finde ich in den handschriftlichen Beobachtungen des Pfarrer Sommer im September 1824 nach 3 regelmäfsigen grofsen Durchgängen durch die Windrose am 28. September angegeben

Morg. S.	Mitt. SW.	Ab. SW.
336,50	335,95	337,02

Mittags Gewitter in Nord, Abends Blitze in NW. und NNO. Den andern Tag

SW.	SW.	SW.
339,52	340,49	341,75
343,09		

Hier ist der Südwest wohl verdächtig. In den Beobachtungen steht aber *cirri cum. cumulost.* als Massen von NW. bis N., und NO. durch O. bis SW. trübe Wolken und Gewitter. Den 30.: die gestrigen Wolkenmassen standen des Morgens noch ganz an derselben Stelle.

Die merkwürdigen Veränderungen, die Nicholson im Zuge der Wolken eines Gewitters beschreibt, sind nichts weiter als die geschehene Drehung.

3) Auf einander folgende Gewitter sind die als Niederschlag fortgehende Drehung.

Ummern, 23. Mai 1773. Es stofsen 3 Gewitter aus S. W. N. zusammen und ziehen nach Ost.

Eckwort, 8. Aug. 1774. Am 7. war eine starke Hitze. Ein Gewitter kam aus Süden herauf, zwei andere aus W. und NW. stiefsen dazu, und nunmehro zog es von Süden nach NO. (Guden, Sicherheit wider die Donnerstrahlen.)

Halle, 1824, 9. Sept.

SSW. 1.	SSW. 1.	SSW. 1.	SO. 1.	NNW. 2.	
333,96	333,78	333,72	333,22	332,57	Gew.

Gegen 11 Uhr Nachts, indem fast am ganzen Horizont von Abends ab Gewitterformation sich bildete, ziehen 3 Gewitter aus S., W. und N. nach dem Zenith zusammen. Heftige Explosionen, der ganze Himmel steht in Flammen. Die Gewitter ziehen nach O., SO., NO. $T=14^{o},2$.

	NW. 2.	WNW. 2.	NW. 1.	N.	N.	
10. Sept.	32,85	33,40	34,01	34,54	34,98	$T=11^{o},65$
11. -	N. 35,55	$T=11^{o},2$.				

1825, Sept. 27. Seit 11½ Morgens Donner in NW. Die düstern Gewitterwolken ziehen aus NW. herüber,

es fällt Regen, das Gewitter zieht nach Ost hinein. 2 Uhr SW. Bar. 334,25. In NNW. neues Gewitter zieht über das Zenith nach SO. Heftiger Donner, Regen und Hagel. Es schlägt ein. Abends 10 Uhr W. 335,85. Am andern Tage

Nord Bar. 338,24 bis 339,03. Die Temperatur:

Sept.	26.	27.	28.	29.	30.
	14°,3	11°,8	10°,6	6°,9	5°,6

während die weitere Drehung durch O. bis S. bis zum 5. October fast ganz regelmäfsig fortgeht.

Natürlich gilt diefs nur für Gewitter, die wirklich über das Zenith gehen. Zur Seite gesehene Gewitter sind gewöhnliche dieselbe Erscheinung wiederholt gesehen.

Ohlau, 8. Aug. 1717. Wind SW. und W. Nach 12 Uhr starker Sturm und Regen, dann abwechselnd. Gegen Sonnenuntergang zog ein Gewitter aus W. auf, worauf bald zwei andere aus W und WSW. folgten, welche alle drei gegen N. zogen. Als das erste in NNW., das andere in NW., das dritte gegen WNW. stand, stieg noch eins von WSW. auf, welches den drei ersten folgte. Bald darauf sahe man das fünfte gegen SW.; ungefähr um halb 10 Uhr entstand ein starker Sturm aus W., und brachte das sechste aus dortiger Gegend mit sich. Alle diese Wetterwolken trieb der Sturm gegen Osten, dafs beinahe der halbe Himmel voller Blitz ward. Das letztere Gewitter aus W. zog recht über unsern Scheitelpunkt, die Wolken aber gingen sehr hoch. Um 11 Uhr stieg noch eins aus SW. auf, welches aber bei uns weit südlich vorbei gegen Osten zog. Dann Regen und noch ein Donnerwetter am Morgen, bis sich endlich mit nördlichen Winden die Luft aufzuklären begann, und einige Tage hindurch mit hellem Wetter anhielt. (Bresl. Samml. 1717, p. 154.) Hier sehen wir in 3 Stunden dieselbe Erscheinung 8 Mal hinter einander.

Weil aber ein südlicher Wind vor dem Gewitter

herrschend war, so wird besonders auch in der Höhe der Atmosphäre eine bedeutende Temperaturerhöhung statt finden. Diefs hat Brandes bei seinen Beobachtungen der terrestrischen Refraction gefunden. In diesen südlichen Wind fällt unten ein mehr nördlicher, dessen plötzlicher Niederschlag sich als Cumulus und Cumulostratus darstellt. Man sieht daher gewöhnlich beim Gewitter oben eine leichte Bedeckung von Cirris, unter dieser Cumuli, die sich in Cumulostrati verwandeln.

»Der Cumulostratus gehört zu den gewöhnlichsten Vorboten des Gewitters, zeigt sich an verschiedenen Stellen des Horizonts und schwellt schnell zu aufserordentlichen Gröfsen an.« Howard.

Die stark elektrischen Graupelwetter bilden einen natürlichen Uebergang zu den Wintergewittern.

»Die Regen-, Graupel- und Hagelschauer, welche man im Frühjahr und Herbst im nördlichen Deutschland wahrnimmt, sind meistentheils mit heftigen Windstöfsen begleitet, und die Instrumente zeigen dabei einen bedeutenden Grad positiver Elektricität. Die unten eintretenden Cumuli ziehen mit WNW., während die oberen Cirri mit SSW gehen. Gilb. Ann. Bd. 55. S. 107.

Am 25. Januar 1822 fiel das Barometer in Freiberg rasch auf 314''',1 bei starkem SW. und W., während die Temperatur einige Grade über dem Frostpunkt war. 9 Uhr 50' Abends erhob sich ein starker NW. und brachte zuerst Regen, dann Graupel, zuletzt dichten Schnee. Das Barometer stieg sogleich 1''',3, das Thermom. fiel auf —0,7. Das Elektrometer divergirte so stark, dafs ein Goldblatt abrifs. An demselben Tage war in Leipzig Regen, dann Graupel und Schnee mit Blitz und Donner, während der NW., nach vorhergegangenem SW., WSW. und W., Sturm wurde. Da, wo der Wind am stürmischten war, wurde die elektrische Wolke zur Gewitterwolke.

Ein ganz ähnliches Beispiel habe ich hier beobachtet

Am 26. Octob. 1827 stand das Barometer Morgens 8 U. noch 341''',11 bei Ost, und fiel, als der Wind durch S. nach SW. ging, bei continuirlichem Regen und steigender Wärme bis zum 28. Abends 9 Uhr auf 327''',02, also 14 Linien in 2 Tagen. Nun stieg es, als der Wind WNW. wurde, mit immer erneuerten Schneeschauern bei heftigen Windstöfsen am 29., so dafs es am 30. Morgens 334''',01 mit N. stand. In und um Mühlhausen wie bei Heiligenbeil (6 Meilen südlich von Königsberg), wo es so stark schneite, dafs man sich bereits der Schlitten bediente, hat man vor Anfang des ungestümen Schneewetters ein starkes Gewitter bemerkt.

Halle, 24. April 1823. 2 Uhr SSW. 328''',13. Um 5 Uhr zieht ein in West sich entwickelndes Gewitter nach S. und SO. Heftiger Regen und Graupelschnee 6 Uhr 328''',31. 10 Uhr NNW. 328''',70 T=6°,9. Den folgenden Tag steigt das Barometer von 332''',77 bis 333,65 T=4°,9.

Königsberg 1824, 11. Jan. SSW. Sturm Nachmittag 4 Uhr, während die Temperatur sich vom Mittage an 3° erhöht, Bar. Mittags 336,73, Abends 334,97. Um 10 Uhr WNW., 11 Uhr Gewitter, das in der Nähe einschlägt. Den andern Morgen steigt das Barometer mit NW. von 337,4 auf 338,13. Wir sehen also, dafs die Wintergewitter von den Sommergewittern durchaus nicht verschieden sind, nur dafs der Niederschlag zugleich in seiner Form den Eintritt des kälteren Windes anzeigt, sich also der Regen durch Graupel in Schnee verwandelt. Bei dem letzten Beispiele brachte der SSW. Sturm aber eine so hohe Temperatur mit, dafs das Thermometer Abends 10 Uhr 2°,5 R. höher stand als Mittags. Hier konnte es also nicht sogleich schneien, sondern es regnete. Um aber zu zeigen, dafs nicht etwa das Gewitter die Kälte erzeugt, und dieses also die Form des Niederschlags bedingt, mag hier noch ein Beispiel stehn.

1824, 6. November.

SO. Morg. 9. SO. Mittag. 7 Uhr. 10 U. Ab. NW.
332,77 + 2° 333,58 + 4°,5 — 0,5 335,28 + 1°

9 Uhr Abends regnet es. 7. Nov. 5¾ Uhr Morgens Blitz und Donner in Süd.

9 U. NW. Regen. Mittag. Graupel u. NW. Ab. 10 U. NW.
336,53 338,52 Schneeschauer. 340,00 schön.

Die vielbesprochenen Wintergewitter in Norwegen schliefsen sich unmittelbar an diese Beobachtungen, wie die Beschreibung des Pfarrer Herzberg zeigt.

»Die Gewitter entstehen 1) wenn ein Thauwind aus Süden ein Paar Tage geweht hat und nun plötzlich nach W. und NW. springt, mit Thauwetter, Windstöfsen, zuweilen auch mit Hagelschauer; 2) nach langem Thauwetter, milder Luft, starkem Regen und Südwinde, wenn der Wind nach West gehen will, welches dann gemeiniglich mit Sturmschauer, häufigen Blitzen ohne Donnerschläge, bald wiederum mit heftigen Blitzen und Donnerschlägen zu geschehen pflegt. So kann es abwechselnd 3 bis 8 Tage anhalten, bis endlich ein Sturm aus W. oder NW. kommt, oder ein heftiger Platzregen fällt, wodurch die Luft endlich kälter wird, und ein Nordwind die Luft reinigt. Dann ist man beinahe gewifs, dafs gutes Wetter, wenigstens einige Tage lang kaltes Wetter und Frost eintreten.« Arenz sagt: »Der Wind ist gern westlich und nördlich, zuweilen südlich, aber Ostwind erinnere ich mich nie bemerkt zu haben, wenn es im Winter donnerte. Meistens ist der Wind stark und zuweilen stürmt es. Oft habe ich vernommen, dafs der Wind vorher südlich ist und während des Gewitters nach NW. herumläuft. Nur einmal in 6 Jahren lief der Wind, der vorher aus Norden kam, nach Süden um, und war nicht heftig. Läuft er nach Norden um, so nimmt er an Stärke zu, wenn das Gewitter ausbricht, und bleibt so nachher. Regen geht gern vorher, wenn aber Schnee oder Hagel fällt, welche gewöhnlich die Wintergewitter, wenn der

Wind

Wind nach Norden umgeht, begleiten, und dieser Wind die Oberhand und Dauer gewinnt, so wird die Luft klar und das Wetter beständiger. Das Barometer ist, wie ich finde, nach den Wintergewittern mehrentheils ein wenig gestiegen, doch nicht jederzeit. Es hat sich auch getroffen, dafs es vor dem Gewitter ziemlich gefallen und nach dem Donner gleich wieder kenntlich gestiegen. Das Thermometer ist nach dem Donnern fast beständig um 1 bis 3 Grade gefallen, die Luft also ein wenig kälter geworden.«

Dafs die Wintergewitter häufiger in Norwegen sind, als anderswo, liegt also nur in der Häufigkeit der südlichen Winde und deren gröfserer Intensität. Denn auch an andern Orten, deren Localität durchaus verschieden ist, findet sich unter denselben, aber seltener eintretenden Bedingungen dieselbe Erscheinung. So sagt Kraft nach 9jährigen Beobachtungen in Tübingen: *hybernis mensibus tonuit semper flante violente Favonio aut Africo* (*Praelect. phys.* 3. p. 311.).

Entgegengesetzt verhalten sich die Gewitter der Ostseite. Sie entstehen durch Eindringen eines gewöhnlich stürmischen südlichen Windes in eine kältere Luft, also mit fallendem Barometer und steigender Temperatur, wenn wir von der Verdampfungskälte abstrahiren. Gleichzeitig ist es natürlich auch hier, ob es wirklich zum Blitz kommt. Als einleitende Beobachtung: Heller, merkwürdige Luftelektricität den 18. Februar 1795 (Gren's neues Journal. 2. S. 401.).

»Ein Paar Tage vor dem 18. Februar war das Barometer ungewöhnlich hoch, denn es zeigte eine Höhe, die ich für Fulda noch niemals gesehn hatte, nämlich 335''', folglich beinahe 8 Linien über die mittlere hiesige Barometerhöhe. Es herrschte Nord- und Nordostluft, der Himmel war heiter. Am 18. Februar entstand Nachmittags plötzlich ein heftiger Sturmwind. Hieraus vermuthete ich, das Barometer müsse geschwinde unter die mitt-

lere Barometerhöhe gefallen seyn (das war freilich zu viel verlangt); allein ich erstaunte, es auf 331,4 zu sehen. Es war Ostluft und der Himmel heiter, bis auf einige kleine lichte Wolken in Ost. Thermometer —4°,5 R. Curios, ob nicht Blitzmaterie hier mit im Spiel sey, lief ich zu einer Maschine zur Untersuchung der Luftelektricität und sah folgendes: Das daran befestigte Fadenelektroscop divergirte, was es konnte. Ich schob die Kugeln der Maschine einander näher, und siehe da, es schlugen bei dieser Heiterkeit des Himmels Fünkchen über. Ich rief Zeugen. Es war 1 Uhr. Der Sturmwind tobte. Die Paar Wolken, die, wie gesagt, in Osten hingen, stiegen allmählig höher heran und erweiterten ihren Umfang, so dafs nach 4 Uhr der ganze Himmel mit schwarzgrauen Wolken bedeckt war. So wie diefs nach und nach erfolgt war, waren auch die Fünkchen lebhafter und gröfser. Die Luftelektricität wurde endlich so stark, dafs sie von Kugel zu Kugel in starken Funken übersprang. Geregnet hat es nicht (diese Aeufserung scheint zu beweisen, dafs die Temperatur sich bedeutend erhöht habe). Tags darauf blies der Wind noch, aber minder heftig und der Himmel war wieder heiter. Barometer 329,6. Selbst mit Beihülfe des Condensators konnte ich nicht eine Spur mehr von Elektricität an der Maschine bemerken.«

Beispiele wirklicher Gewitter mit von O. nach S. gehendem Winde, fallendem Barometer und steigender Temperatur finden sich zahlreich bei dem von Brandes verglichenen barometrischen Minimum am 24. Dec. 1821.

In Beziehung auf den Gang beider Instrumente verhalten sich eben so die seltenen Gewitter bei unregelmäfsigem Zurückspringen auf der Westseite. Auch dann ist der südlichere Wind gewöhnlich stürmisch.

Halle, 4. Aug. 1825. 11 Uhr in West Gewitterformation; 11 $\frac{3}{4}$ Uhr Gewitter mit W. 2 mit heftigem Regen und Hagel, theilt sich in zwei, eins nach O., das *andere nach* Ost.

		Temp.	Bar.	Hygr.	Wind.
4. Aug.	12 U.	15°,0 R.	332,88	100	W. 2
	2	16,8	32,79	99	SW. 1 Regen
	6	15,4	32,64	100	SW. 1
	10	13,0	32,60	98,6	SSW. 1 schön
5. Aug.	8	17,5	31,67	83	S. 3
	12	23,3	30,79	58,6	SSW. 4 barometr. Minim.
	6	19,5	31,04	68,4	NNW. 2

Die mittlere Temperatur am 5., wo der stürmische SSW. hervortritt, ist aber die höchste aller folgenden Tage des Monats, des Hagels am 4. ungeachtet.

Solchen Gewittern kann leicht eins mit steigenden Barometern folgen, weil der Gang nach N. doch wieder durchgemacht werden mufs. Man sagt dann, es bleibt schwül, es wird ein neues Gewitter kommen. *Compertum habeo, quando post tonitru idem in coelo calor manet, eodem die vel sequenti iterum tonare. Muschenbrock, Intr.* §. 2803.

VI. *Ueber die Reduction des Schwefelarseniks, nebst nachträglichen Beobachtungen über die Kohlenstickstoffsäure; von Justus Liebig.*

Zu den trefflichen Methoden, welche ein berühmter Chemiker zur Reduction des Arseniks aus dem Schwefelarsenik angegeben hat, will ich eine neue hinzufügen, die sich durch ihre Einfachheit, Genauigkeit und leichte Ausführbarkeit empfiehlt.

Nachdem man auf die bekannte Art das Arsenik mittelst Schwefelwasserstoff aus der sauren Flüssigkeit gefällt hat, wird das erhaltene Schwefelarsenik gesammelt, scharf getrocknet und auf den Boden einer zur Dicke einer Stricknadel ausgezogenen Glasröhre gebracht Nun schüttet man auf dasselbe eine 2 bis 3 Linien hohe

Schicht von verkohltem weinsteinsaurem Kalk, ohne es damit zu mengen, und erhitzt darauf das Ganze mittelst des Löthrohrs nach und nach bis zum Glühen, indem man erst den Theil der Glasröhre mit dem Flufsmittel und von da abwärts das Uebrige in die Flamme bringt. Das Schwefelarsenik wird aus derselben Ursache reducirt, auf welche sich das in den Annalen, Bd. XII. S. 626., beschriebene Verfahren gründet; das Arsenik setzt sich in Gestalt eines schwarzen, glänzenden, metallischen Spiegels einige Linien über dem verkohlten weinsteinsaurem Kalk an.

Die Form, welche **Berzelius** der Glasröhre gegeben hat, ist jeder andern vorzuziehen, indem der obere weitere Theil das Einfüllen der Substanzen aufserordentlich erleichtert. Bei sehr kleinen Mengen, wenn man z. B. nur ein Körnchen Schwefelarsenik zu dem Versuch hat, bringt man es auf den Boden der Glasröhre, schüttet verkohlten weinsteinsaurem Kalk, 2 bis 3 Linien hoch darauf, und erhitzt im Anfange recht gelinde, damit kein Schwefelarsenik sich unzersetzt verflüchtigen kann. Der Versuch gelingt selbst mit Quantitäten, welche nicht mehr als $\frac{1}{8}$ Milligramm betragen.

Reines kohlenstickstoffsaures Kupferoxyd krystallisirt in smaragdgrünen, vierseitigen, langen Säulen, die leichtlöslich im Wasser sind, und an der Luft gelb werden, indem sie Krystallwasser verlieren.

Kohlenstickstoffsaures Blei explodirt auch durch einen Schlag, Eisen auf Eisen; man kann sich desselben mit vielem Vortheil und bei weitem weniger Gefahr statt des Knallquecksilbers zur Bereitung der Zündhütchen bedienen.

Eine concentrirte Auflösung von Kohlenstickstoffsäure in Wasser wird durch verdünnte Salpetersäure niedergeschlagen, eine Eigenschaft, die sie mit dem Harnstoff gemein hat; durch blofses Auswaschen kann aber die Salpetersäure entfernt werden.

VII. *Versuche über die mit dem Platin vorkommenden Metalle, und über das Verfahren zur Zerlegung der natürlichen Platinlegirungen oder Platinerze; von J. J. Berzelius.*

(Aus den *Kongl. Vetensk. Acad. Handling.* für 1828.)

Die älteren Chemiker sahen alle im Platinsande vorkommenden gediegenen Metalle, mit Ausnahme des Goldes, für Platin an, bis Collet-Descostils die Aufmerksamkeit auf zwei neue Körper lenkte, auf ein blaues Sublimat, welches er beim Glühen des Platins in Berührung mit der Luft erhielt, und auf den rothfärbenden Stoff im Platinsalmiak, welchen er der Gegenwart eines einzigen neuen, von ihm mit keinem besonderen Namen belegten Metalles zuschrieb *). Noch während Collet-Descostils mit seinen Versuchen beschäftigt war, unternahmen Fourcroy und Vauquelin **), unterrichtet von dem Vorhaben des Ersteren, eine ähnliche Untersuchung, und entdeckten dabei mehrere Eigenschaften des für neu gehaltenen Metalls, welches sie *ptène* nannten, warfen aber, wie Collet-Descostils, alle bis dahin unbekannten Begleiter des Platins hierin zusammen. Wollaston entdeckte kurz darauf das Palladium und später das Rhodium, und zeigte dabei, wie man diese Metalle aus dem in Königswasser auflöslichen Theil des Platinsandes erhalten könne ***). Tennant, welcher sich mit dem in Königswasser unlöslichen Theil des Platinerzes beschäftigte, entdeckte fast zu derselben Zeit das Iridium und das Osmium †); und nun sahe man, dafs es hauptsächlich diese Metalle gewesen waren, welche die von den französischen Chemikern bei ihren Versuchen beschriebenen Erscheinungen hervorgebracht hatten.

*) *Annales de chimie, XLVIII. p.* 153.

**) *Annales de chimie, T. XLVIII.* 177. *XLIX.* 188. 219 *u. T. L.* 5.

***) *Philosoph. Transact. f.* 1804. *p.* 419. 426.

†) *Philosoph. Transact. f.* 1804. *p.* 412.

Obgleich man auf diese Weise Vorschriften zur Abscheidung und Reinigung eines jeden dieser Metalle erhalten hatte, so waren die angegebenen Behandlungsweisen doch nicht von der Art, dafs sie zur Analyse des Platinsandes hätten angewendet werden können; denn, wie man aus dem Folgenden ersehen wird, sind die Eigenschaften dieser Metalle im Allgemeinen zu wenig studirt worden, als dafs sich nach ihnen der Plan zu einer zuverlässigen Analyse entwerfen liefse. Auch sieht man nicht ohne Verwunderung, dafs unter der grofsen Zahl von mehr oder weniger interessanten Mineralproducten, mit deren Zerlegung die Chemiker sich beschäftigten, nicht ein einziger Versuch zur Bestimmung der quantitativen Zusammensetzung des Platinsandes vorkommt.

Da man das Platin vor vier Jahren in dem Goldsande am Ural in solcher Menge angetroffen hat, dafs die Förderung desselben einträglich zu werden verspricht, so hat sich dadurch die Aufgabe gestellt: die Güte dieses Platinerzes im Vergleich zu der des brasilianischen zu ermitteln, und die Verhältnisse seiner Bestandtheile zu bestimmen. Die Verschiedenheit in den Resultaten, welche anfangs einige russische Bergleute, späterhin Laugier und neuerlich Osann erhalten haben, zeigt deutlich, dafs man in der Kenntnifs von diesen Metallen noch nicht so weit gediehen ist, um ein zuverlässiges analytisches Resultat zu erlangen. Die russische Regierung hat mehreren Chemikern in Europa Proben von den sibirischen Platinerzen zugesandt, mit dem Ersuchen, dieselben zu analysiren. Die Arbeit, deren Resultate ich hier der Königlichen Academie vorlege, verdankt ihre Entstehung einer ähnlichen Aufforderung, welcher ich um so lieber Folge geleistet habe, als diese Gattung von Versuchen für mich gänzlich neu gewesen sind *). In-

*) Hr. von Cancrin, Kaiserlich Russischer Finanzminister, liefs mir durch den in Stockholm residirenden K. Russ. Gesandten, *Grafen von Suchtelen*, ein halbes Pfund Platinsand, zur Hälfte

desſs bekenne ich, es nicht geahnet zu haben, daſs eine so weitläuftige Arbeit erforderlich seyn würde, um mit einiger Sicherheit bei den Analysen zu dem Endresultat zu gelangen. Bei den ersten Versuchen zu der Analyse fand ich bald, daſs ich der Sache nicht gewachsen war; es boten sich Erscheinungen dar, zu deren Erklärung mir jeder Leitfaden fehlte, und dadurch war es unmöglich gemacht, die Vorzüge der bisher versuchten Methoden zu vergleichen. Dieſs bewog mich, das Verhalten der in dem Platinsande vorkommenden Metalle einzeln zu studiren, um so durch die erlangte Kenntniſs die zuverlässigsten Methoden zur Trennung dieser Metalle auszuwählen.

1. Rhodium.

Auſser Wollaston's ersten Versuchen, sind mir über dieses Metall keine bekannt, als die, welche ich vor funfzehn Jahren in Thomson's *Annals of philosophy, T. III. p.* 252. bekannt gemacht habe, welche aber, wie ich jetzt gefunden, einige unrichtige Angaben enthalten, besonders in Betreff der Chlorüre und des Atomengewichts dieses Metalles. Um die Verbindungen dieses Metalles genauer kennen zu lernen, ist es also nöthig, das Atomengewicht desselben auszumitteln, und zu bestimmen, in welchen Verhältnissen es sich mit Chlor und Sauerstoff verbinde.

Atomengewicht und Chlorverbindungen des Rhodiums.

Da die rothen Salze des Rhodiums niemals untersucht worden waren, so beschloſs ich die Zusammensetzung derselben zu bestimmen, zumal ich mir hievon zur Berechnung des Atomengewichts dieses Metalles sicherere Data versprach, als meine früheren Versuche gege-

von *Nischne Tagilsk*, zur Hälfte von *Goroblagodat*, zustellen, mit der Bitte, diese Erze zu analysiren und die Resultate darüber ihm mitzutheilen.

ben hatten. Die Schwierigkeit bestand nur darin, diese Salze aus einer Portion metallischen Rhodiums zu erhalten, da bekanntlich das Rhodium in Königswasser unlöslich ist, und man sie mit dem auf trocknen Wege gebildeten Oxyde nicht bekommt. Es glückte mir jedoch auf folgende Weise. Ich mengte fein geriebenes metallisches Rhodium entweder mit Chlorkalium oder mit Chlornatrium, rieb es recht innig damit zusammen, und erhitzte nun das Gemenge in einem Strom von Chlorgas. Hiezu wurde das Gemenge in eine, aus einem Barometerrohre geblasene Glaskugel gebracht, und, unter Erhitzung der Kugel mittelst einer Weingeistlampe, Chlorgas über dasselbe geleitet. Die Vereinigung geschah am besten, als die Kugel am Boden gelinde geglüht wurde. Da es nicht zu erkennen war, wann das Rhodium kein Chlorgas mehr absorbirte, so unterhielt ich den Versuch jedesmal einige Stunden lang; wobei aber dennoch die nicht gut geriebenen Metalltheile unverändert zurückblieben.

Nach dem Erkalten war die Salzmasse in der Kugel zusammengebacken und roth. Sie wurde in sehr wenig warmen Wassers gelöst, filtrirt und durch Alkohol gefällt; dann wurde der rothe Niederschlag auf ein Filtrum gebracht, und, zur Fortschaffung alles überschüssigen Chlorkaliums oder Chlornatriums, mit Alkohol von 0,84 spec. Gewicht gewaschen. Hiebei blieb allemal etwas von dem Salze in Alkohol gelöst, obgleich dasselbe, wenn es sich einmal in fester Gestalt abgesetzt hat, in Alkohol unlöslich zu seyn scheint. Beim Abdestilliren der alkoholischen Lösung wurde der gröfste Theil des Rhodiums zu Metall reducirt.

Das Natriumsalz. Diefs Salz schmilzt in seinem Krystallwasser, und wurde deshalb auf dem Sandbade getrocknet, bis es eine trockne Masse bildete. Beim Trocknen verlor es 30 Procent von seinem Gewichte. Um die letzten Antheile des Wassers zu vertreiben, wurde das getrocknete Salz in eine kleine, aus einem Barome-

terrohre geblasene, gewogene Glaskugel gebracht, darin bis nahe zum Glühen erhitzt, und dabei fortwährend Chlorgas darüber geleitet, so lange als dieses noch eine Spur von Feuchtigkeit mit sich führte. Das Gewicht des so getrockneten Salzes wurde alsdann genau bestimmt.

Die Analyse geschah auf die Weise, daſs ein Strom von trocknem Wasserstoffgas durch die Kugel geleitet wurde. Da dieses Gas aus undestillirtem Zink bereitet worden war, und es also möglicherweise etwas Arsenikwasserstoffgas enthalten konnte, so ging es, um von diesem befreit zu werden, zuerst durch ein Gefäſs, worin ein mit gesättigter Quecksilberlösung befeuchtetes und zusammengewickeltes Stück Leinwand befindlich war, und alsdann über Chlorcalcium. Die Kugel wurde mittelst einer Weingeistlampe erhitzt, worauf das Metallsalz sich bald zersetzte, Salzsäure fortging, und das Metall reducirt zurückblieb. Der Versuch wurde so lange fortgesetzt, bis das herausströmende Wasserstoffgas, beim Halten über einem mit Ammoniak befeuchteten Glasstöpsel oder beim Hineinleiten in eine etwas Ammoniak enthaltende Flasche, nicht mehr die geringsten Anzeigen von Salmiakdämpfen gab.

Nach dem Erkalten des Apparats hatte das darin gebliebene Wasserstoffgas, durch den Einfluſs des reducirten Metalls, mit der hinzutretenden Luft ein wenig Wasser gebildet. Um dieses zu vertreiben, wurde durch die Kugel, unter gelinder Erhitzung derselben, ein Strom von trockner Luft geleitet, wodurch das aufgesogene Wasser Gelegenheit zum Verdampfen fand. Darauf wurde der Gewichtsverlust bestimmt, aus welchem sich der Chlorgehalt des Chlorrhodiums ergab.

Nun löste man das Salz in Wasser, und brachte das Metall auf ein ganz kleines und gewogenes Filtrum von feinem Papier, dessen Aschenrückstand bekannt war. Das Metall wurde sehr lange mit siedendem Wasser ausgewaschen, bis das Durchgehende, beim Verdunsten eines

Tropfens auf einem polirten Platinspatel, keinen Fleck mehr hinterliefs. Darauf wurde das Metall mit dem Filtrum getrocknet, in einen ganz kleinen und leichten Platintiegel gethan, und bis zur vollständigen Einäscherung des Filtrums geglüht. Dann verschlofs man den Tiegel mit einem Deckel, durch welchen Wasserstoffgas hineingeleitet werden konnte, und erhitzte nun das Metall in einem Strome von Wasserstoffgas bis zum gelinden Glühen.

Nachdem das Metall so weit erkaltet war, dafs es sich nicht mehr oxydirte, wurde der Deckel abgenommen und das rückständige Wasserstoffgas herausgelassen, da das Metall noch so heifs war, dafs es kein Wasser einsaugen konnte. Darauf wurde es gewogen.

Die von dem Metalle abgesonderte Salzlösung wurde in einem gewogenen Platintiegel zur Trockne verdunstet, bis zur gänzlichen Verjagung des Decrepitationswassers erhitzt, und alsdann gewogen.

Da in dem Folgenden mehrere Analysen auf dieselbe Art angestellt sind, so habe ich hier ein für alle Mal die Einzelnheiten derselben beschrieben. Der einzige Unterschied bestand darin, dafs, da die Menge des Salzes und des Metalls stets die des im Wasserstoffgas reducirten Gemenges wieder gab, zuweilen nur das Gewicht des Metalls bestimmt und das des Salzes durch Subtraction berechnet wurde.

1) 0,434 Gramm. wasserfreies Natronsalz verloren bei der Reduction 0,118 Grm. an fortgegangenem Chlor. Die rückständige Masse gab 0,117 Grm. Rhodium und 0,199 Grm. Kochsalz.

2) 0,415 Grm. gaben 0,114 Grm. Chlor, 0,113 Grm. Rhodium und 0,188 Grm. Kochsalz.

3) 1,204 Grm. gaben bei der Reduction 0,3325 Grm. Chlor; der Rückstand wurde zu einem andern Zweck angewandt.

Obgleich diese Analysen mit zu kleinen Quantitäten angestellt sind, um das Atomengewicht mit völliger Ge-

nauigkeit zu bestimmen, so sind sie dennoch geeignet, den relativen Chlorgehalt des Natronsalzes und des Rhodiumsalzes zu geben. Dieser Gehalt ist in beiden Salzen gleich, denn 0,199 Kochsalz enthalten 0,120 Chlor, und in 0,188 Kochsalz sind 0,113 Chlor. Daraus ergiebt sich also, dafs dieses Salz aus einem Atome Chlornatrium und einem Atome Chlorrhodium besteht; bei dem Kaliumsalze zeigt die Analyse ein anderes Verhältnifs.

Das Kaliumsalz. Dieses Salz wurde auf gleiche Weise wie das vorhergehende bereitet, und durch Auslaugen mit Weingeist vom Chlorkalium wohl befreit.

1) 3,146 Grm. von dem im Chlorgas bis nahe zum Glühen erhitzten Salze, verloren durch Reduction mit Wasserstoffgas 0,930 Grm. Chlor; aus der rückständigen Salzmasse wurden 0,912 Grm. Rhodium und 1,304 Grm. Chlorkalium erhalten.

2) 1,3 Grm. wasserfreien Salzes verloren bei der Reduction 0,3635 Grm. Chlor, und hinterliefsen 0,358 Grm. Rhodium nebst 0,515 Grm. Chlorkalium.

Man findet leicht, dafs die Gewichte des Chlors und des Rhodiums hier in demselben Verhältnisse stehen, wie bei dem Natriumsalze, dafs aber dagegen das Rhodiumsalz anderthalb Mal so viel Chlor, als das Kaliumsalz enthält; denn 1,304 Chlorkalium enthalten 0,619 Chlor und $619 \times 1\frac{1}{2} = 0,9285$. Diefs Verhältnifs zwischen dem Chlorgehalt der beiden einfachen Salze kann schwerlich mit der Annahme vereinigt werden, dafs das Rhodiumsalz eine gleiche Anzahl Atome wie das Kaliumsalz enthalte; dagegen scheint dasselbe zu beweisen, dafs das erstere aus *drei* Atomen Chlor mit *einem* oder *zwei* Atomen Rhodium bestehe. Wir werden weiter unten finden, dafs das Rhodium ein Chlorür besitzt, worin das Metall nur mit $\frac{2}{3}$ so viel Chlor als in diesem Salze verbunden ist; und diefs berechtigt zu dem Schlusse, dafs das Rhodium in dem Chlorüre mit *zwei*, und in diesen rothen Doppelsalzen mit *drei* Atomen Chlor verbunden ist.

Berechnet man aus den Analysen des Kaliumsalzes das Gewicht des Rhodium-Atoms, so erhält man, beim ersten Versuche, aus dem Verhältnisse zwischen Chlor und Rhodium: 651,12, und aus dem zwischen Rhodium und Chlorkalium: 652,27; die Mittelzahl zwischen beiden ist 651,645. Aus der zweiten Analyse erhält man die Mittelzahl 651,15; und wenn man die Mittelzahl aus beiden Analysen nimmt, so bekommt man 651,4, welche Zahl, als wahrscheinlich die richtigere, ich bei dem Folgenden anwenden werde.

Werfen wir nach dieser Bestimmung des Atomengewichts einen Blick auf die analysirten Salze. Es ist klar, dafs man das Kaliumsalz als bestehend aus: $KCl^2 + RCl^3$ betrachten mufs; und wenn man dessen Zusammensetzung nach dieser Formel berechnet, so erhält man nachstehenden Vergleich zwischen der Rechnung und dem Resultat der Analysen.

	Rechnung.	1. Versuch.	2. Versuch.
Chlorkalium	41,50	41,45	41,64
Chlor	29,53	29,56	29,40
Rhodium	28,97	28,99	28,96

Dieses Salz enthält Krystallwasser, welches es nicht bei + 100° C. verliert. Wenn es, nach längerem Trocknen in dieser Temperatur, in Chlorgas bis nahe zum Glühen erhitzt wird, so geht das Krystallwasser fort. 100 Th. Salz gaben bei meinen Versuchen 4,88 Th. Wasser. Diefs entspricht dem Gewichte von einem Atome, denn wenn man den Wassergehalt nach der Formel: $KCl^2 + RCl^3 + \dot{H}$ berechnet, so fällt er zu 4,77 Procent vom Gewicht des Salzes aus.

Aus dem angenommenen Atomgewichte ist klar, dafs das Natronsalz besteht aus: $3NaCl^2 + 2RCl^3$; der Vergleich zwischen der Rechnung und den Analysen giebt dann:

	Rechnung.	1. Versuch.	2. Versuch.
Chlornatrium	45,55	45,85	45,30
Chlor	27,48	27,19	27,47
Rhodium	26,97	26,96	27,23

Ich habe angeführt, dafs das Natrumsalz 30 Procent Krystallwasser enthält. Diefs stimmt mit 6 At. Wasser auf jedes Atom Kochsalz, oder mit 18 Atomen auf das ganze Salz überein. Berechnet man den Wassergehalt nach der Formel: $3 Na Cl^2 + 2 R Cl^3 + 18 \dot{H}$, so wird er: 29,52.

Hieraus ergiebt sich also, dafs die rothen Rhodiumsalze in ihrer Zusammensetzung nicht dem Platinchloride proportional sind, sondern einem zwischen dem Chlorüre und dem Chloride liegenden Verbindungsgrad entsprechen, welcher uns beim Platin noch fehlt, obgleich wir durch Edmund Davy's Versuche berechtigt sind, das Daseyn desselben zu vermuthen.

Es fragt sich nun, ob nicht das Rhodium noch einen dem Platinchlorid proportionalen Verbindungsgrad besitzt, und ob nicht ein solcher bei Auflösung der Platinlegirungen sich bilden könne.

Ich suchte deshalb das Rhodium auf die Weise mit dem Platin zu verbinden, dafs ich eine zusammengemischte Lösung von beiden zur Trockne verdunstete und den Rückstand mit Wasserstoffgas reducirte. Das Metall wurde alsdann gut ausgewaschen und mit Königswasser behandelt; dieses liefs das meiste Rhodium ungelöst zurück. Die Lösung mit Chlorkalium versetzt und abgedunstet, gab gelbe Krystalle von dem Platinsalze, während die Mutterlauge sich immer mehr und mehr röthete, und endlich das Rhodiumsalz zu einem rothen Ringe eintrocknete. Kaltes Wasser, in geringer Menge, löste das rothe Salz auf, mit Zurücklassung des Platinsalzes, welches bei der Zerlegung einen geringen Rhodiumgehalt zu erkennen gab, entsprechend den kleinen Quantitäten von den Salzen der Mutterlauge, welche unreine Krystalle stets

enthalten, welche aber durch ein paarmaliges Umkrystallisiren abgeschieden werden können.

Es ist also klar, dafs bei der Analyse der Platinerze kein dem Platinchloride proportionales Rhodiumsalz gebildet wird.

Um indefs zu ermitteln, wie sich die rothe Chlorverbindung für sich verhalte, löste ich das Kaliumsalz in Wasser, fällte das Kalium daraus mit Kieselfluorwasserstoffsäure, filtrirte, verdunstete zur Trockne, löste den Rückstand wieder in Wasser, wobei ein wenig Fluorkieselkalium ungelöst blieb, trocknete die Salzmasse abermals ein, löste sie wiederum in concentrirter Salzsäure, und trocknete sie auf's Neue ein, um den dem Rhodium hartnäckig anhängenden Fluorkiesel zu verjagen.

Das trockne Salz ist schwarzbraun, nicht krystallinisch, wird an der Luft weich und allmählig feucht, und erträgt eine sehr starke Hitze, ohne Chlor zu verlieren und ohne seine Löslichkeit einzubüfsen. Wenn man dieses Salz in concentrirtem Königswasser auflöst und destillirt, so verändert es sich nicht; die Farbe wird zwar schön und tief roth, aber nach Abdestillation des Königswassers erhält man, wenn man die zurückgebliebene Säure mit Kali sättigt, dasselbe Salz, welches zuvor analysirt worden ist.

Auch wenn man das Kaliumsalz mit chlorsaurem Kali und Salzsäure vermischt und langsam verdunstet, erhält man das gewöhnliche Salz.

Diese Versuche beweisen also, dafs das Rhodium eine so geringe Neigung zur Aufnahme von 4 Atomen Chlor besitzt, dafs eine solche Verbindung bisher noch nicht hat dargestellt werden können, weder für sich noch in Form eines Doppelsalzes.

Ich versuchte nun, wie sich das Rhodium verhalten würde, wenn man es in höherer Temperatur einem Strom von Chlorgas aussetzte. Rhodium, in dem Zustande feiner Zertheilung, wie man es bei der Reduction der Dop-

pelsalze durch Wasserstoffgas erhält, wurde in einen dem bei Reduction mit Wasserstoffgas angewandten ähnlichen Apparat gelegt, Chlorgas über dasselbe geleitet, und, nachdem die atmosphärischen Luft vertrieben war, über einer Weingeistlampe so weit erhitzt, dafs die Glaskugel, worin es sich befand, am Boden gelinde glühte. Von Zeit zu Zeit wurde die Gewichtszunahme untersucht, und wann sich keine mehr zeigte, wurde der Versuch abgebrochen. Das Metall hatte dabei an Volumen zugenommen, und stellte nach dem Erkalten ein blasses rosenrothes Pulver dar.

In der Röhre vor der Kugel hatte das Chlorgas ein Sublimat abgesetzt, dessen äufserster Theil gelb war, und sich in Wasser mit gelber Farbe löste. Die Menge desselben war zu gering, um auszumachen, was es eigentlich war.

Dahinter war in gröfserer Menge ein dunkelrothes, nicht krystallisirtes Sublimat, das sich in Wasser mit rother Farbe löste und aus RCl^3 bestand; in dem übrigen Theil der Kugel hatte sich eine dünne, hellgraue Lage sublimirt, welche in Wasser und Säuren unlöslich war, von concentrirter Aetzkalilauge aber bald zersetzt wurde, mit Zurücklassung eines brandgelben Oxydhydrats, dessen Menge aber zu gering war, um näher untersucht werden zu können. Dasselbe graue Sublimat bekommt man auch bei Bereitung der rothen Doppelsalze auf trocknem Wege.

Das von 100 Th. Rhodium erhaltene blafsrothe Pulver, nebst seinem Sublimate, dessen Menge aber äufserst gering war, wog 154,25. Diefs entspricht einer Verbindung von einem Atom RCl^2 mit einem Atom RCl^3, oder einer Verbindung von 2 Atomen Metall mit 5 Atomen Chlor.

Diefs rothe Pulver ist unlöslich im Wasser und in Salzsäure. Kalihydrat wirkt in der Kälte nicht darauf; wenn man es aber damit kocht, so wird es zersetzt und ein gelatinöses Oxyd gebildet, dessen Farbe aus Gelb, Braun und Grau zusammengesetzt ist. Die Zusammen-

setzung dieses Oxydes mufs seyn $= \dddot{\bar{R}} + 2\dot{R}$. Der Ueberschufs des Kalihydrats löst eine Portion von diesem Oxyde mit gelber Farbe auf. Diese Lösung wird nicht von Säuren gefällt.

Wenn dieses Oxyd noch feucht mit Salzsäure übergossen wird, so färbt sich die Säure gelb, ohne dafs das Oxyd seine Farbe verändert; wenn man es aber mit der Säure digerirt, so erhält man eine rothe Auflösung und die Säure läfst ein graurothes oder schmutzig violettes Pulver ungelöst, welches beim Trocknen zusammenbackt, gelinde Erhitzung ohne Zersetzung erträgt, und bei Reduction durch Wasserstoffgas Salzsäure giebt und 60 Procent Rhodium zurückläfst. Diefs ist folglich Rhodiumchlorür $= RCl^2$.

In der rothen Lösung, welche die Salzsäure bildet, ist wahrscheinlich eine Portion Chlorür gelöst, eben so wie es bei den Chlorüren von Platin und von Iridium der Fall ist; wenn man aber das Salz zur Trockne verdunstet, und wiederum in Wasser auflöst, so bleibt wenig oder gar kein Chlorür ungelöst. Das Salz enthält zugleich ein wenig Chlorkalium, welches von dem Kaligehalt des Oxydes herrührt.

Rhodiumoxyd und Rhodium-Sauerstoffsalze.

Bei meinen älteren Versuchen über das Rhodium, habe ich gezeigt, dafs dieses Metall, wenn es in Pulverform mit Kalihydrat und etwas Salpeter vermischt wird, sich bei anfangendem Glühen oxydirt und eine braune Verbindung von Rhodiumoxyd mit Kali giebt, welche bei Behandlung mit Salzsäure ein wenig Chlor ausstöfst und dabei ihr Ansehen verändert.

Bei diesen Versuchen beging ich den Fehler, dafs ich das so behandelte Oxyd für das Chlorür des Metalls ansah, dasselbe scharf trocknete, in einen gewogenen Platintiegel brachte, es wog und nun so lange einer sehr hohen Temperatur aussetzte, bis es reducirt war. Da

ich

ich das Fortgegangene für Chlor ansah und danach das Atomgewicht berechnete, erhielt ich für dasselbe die Zahl 1501,36 oder 750,68, welche ich in meinen Tabellen über die Atomengewichte aufgeführt habe.

Da das durch den erwähnten Versuch gefundene Atomengewicht die Fehlerhaftigkeit der ältern Bestimmung zu erkennen gab, und ich nun eine Untersuchung über die Ursache dieses Fehlers anstellte, fand ich, daſs das, was ich zuvor für Chlorür gehalten hatte, ein Hydrat von Rhodiumoxyd gewesen war. Dasselbe Hydrat, aber etwas kalihaltig, erhält man, wenn man das auf trocknem Wege bereitete Oxyd lange mit Wasser auswäscht. Die Entwicklung von Chlor, welche ich auch bei den neueren Versuchen bemerkt habe, scheint von ein wenig neben Kali im Oxyde zurückgebliebener Salpetersäure herzurühren, deren Menge aber sehr gering ist.

Als ich versuchte dieses Präparat durch Erhitzung in einer kleinen Glasretorte zu zerlegen, so erhielt ich beim Glühen nur Wasser und eine Spur eines Gases, welches aber weder Sauerstoff- noch Chlorgas war. Das Wasser hängt dem Oxyde sehr harnäckig an, so daſs es erst, nachdem das Oxyd eine Stunde lang geglüht war, ausgetrieben wurde. Darauf wurde das Oxyd durch Wasserstoffgas reducirt. Von 100 Th. Oxyd wurden auf diese Weise 6,04 Th. Wasser und 15,36 Th. Sauerstoff erhalten. Der Sauerstoff des Wassers ist $\frac{1}{3}$ von dem des Oxyds, so daſs das Hydrat, nach der Formel $\dddot{\bar{R}}+\dot{\bar{H}}$ berechnet, besteht aus:

Rhodium	75,9
Sauerstoff	17,5
Wasser	6,6.

Daſs der Metallgehalt bei diesem Versuch ein wenig zu groſs ausgefallen ist, rührt daher, daſs, bei der Oxydation desselben auf trocknem Wege, einige Theile des Metalls unangegriffen bleiben, welche nicht abgesondert werden können, weil das Oxyd sich nicht auflösen läſst.

Ich erhitzte nun das rothe Salz von Chlorkalium und Chlorrhodium mit gepulvertem kohlensaurem Natron, und erhitzte das Gemenge in einer kleinen Glasretorte, bis, bei einer noch nicht zum Glühen reichenden Temperatur, alle Gasentwicklung aufhörte. Das Gas wurde über Quecksilber aufgefangen, und die Kohlensäure mit Kalihydrat fortgenommen. Dabei blieben, von den zuerst aufgefangenen Gasportionen, 3,7 Procent, und von den letzten 4,5 Procent von dem Volumen des Gases an Sauerstoffgas zurück. Wäre das Oxyd von $\dddot{R}$ auf $\dot{R}$ reducirt worden, so hätten $14\frac{1}{3}$ Procent Sauerstoff zurückbleiben müssen. Die unbedeutende Menge von Sauerstoffgas, welche das Metall bei diesem Versuch verlor, beweist, dafs es zu einer Verbindung zwischen $\dddot{R}$ und $\dot{R}$ geneigt ist. Das Verhältnifs, welches bei diesem Versuche zwischen dem Oxyde und Oxydule stattgefunden, deutet auf eine Verbindung von 3 und 4 $\dddot{R}$ auf ein $\dot{R}$, und läfst schliefsen, dafs diese Oxyde sich in mehreren Verhältnissen verbinden.

Das durch Glühen mit Salpeter und Kalihydrat erhaltene Oxyd hat auch dieselbe Zusammensetzung, wie das durch Zersetzung des rothen Salzes entstehende, mit dem Unterschiede, dafs es nur $\dddot{R}$ ist, welches statt des Oxyduls vom Kali aufgenommen wird.

Sowohl das Rhodiumoxyd, als auch dessen Hydrat, werden durch Wasserstoffgas ohne Mitwirkung äufserer Wärme reducirt, und sie erhitzen sich dabei, so lange die Reduction fortdauert.

Es ist bekannt, dafs das Rhodium sich beim Glühen oxydirt, und in dieser Hinsicht kann es also nur wie ungefähr das Nickel und das Quecksilber zu den edlen Metallen gerechnet werden. Hundert Theile Rhodium, in dem Zustande von Zertheilung, wie man es bei Reduction seiner rothen Salze durch Wasserstoffgas erhält, unter dem Zutritt der Luft einer vollen Glühhitze ausgesetzt,

vermehrten ihr Gewicht schnell bis zu 115 Th. oder etwas darüber; dann nahmen sie bei fortgesetztem Glühen, wobei sie alle zehn Minuten gewogen wurden, langsam zu, bis sie endlich 118,25 Th. wogen, wo dann das Metall in ein schwarzes Pulver verwandelt war. In einem andern Versuche hörte die Gewichtszunahme bei 117,9 auf.

Es ist klar, dafs diese Oxydationen eben so wenig beim Oxydul stehen bleiben, als wenn der Versuch mit metallischem Eisen angestellt worden wäre; vielmehr ergiebt sich, dafs hier, wie beim Eisen, Verbindungen von dem Oxyd mit dem Oxydule entstehen. Nach der in den angeführten Versuchen erhaltenen Gewichtszunahme, besteht das durch Glühen gewonnene Oxyd aus $\dddot{R} + 3\dot{R}$, d. h. das Oxyd und das Oxydul enthalten darin gleichviel Sauerstoff. 100 Th. Metall würden dann nach Rechnung 18,4 Th. Sauerstoff aufnehmen.

Ich habe schon in dem Vorhergehenden gesagt, dafs sich ein Oxyd darstellen läfst, welches aus $\dddot{R} + 2\dot{R}$ besteht.

Das Angeführte zeigt, dafs das Rhodium ein Oxydul besitzt, aber ich habe nicht versucht, dasselbe zu isoliren, und die Eigenschaften desselben sind also noch unbekannt. Ich halte es für die Ursache der Erscheinung, dafs die Lösung der zuvor genannten Doppelsalze in Säuren einen Stich in's Dunkelgrüne annehmen, da die Lösungen des reinen Oxyds citronengelb sind.

Die *Sauerstoffsalze* des Rhodiums sind fast ganz unbekannt. Nur das schwefelsaure Rhodiumoxyd ist bisher dargestellt worden. Die Auflösung desselben ist gelb. Da es noch nicht ausgemacht worden ist, ob diese gelben Rhodium-Lösungen sich in gleichem Verbindungsgrad, wie die rothen Chlorsalze, befinden, so habe ich einige Versuche angestellt, um hierüber in's Reine zu kommen.

Schwefelsaures Rhodiumoxyd, erhalten durch Auflö-

sung des Schwefelrhodiums in Salpetersäure, wurde in Wasser gelöst, und die Lösung, nachdem sie mit Salzsäure angesäuert worden, mit Chlorbarium gefällt. Dabei entstand, ungeachtet des Ueberschusses von Salzsäure, ein brandgelber Niederschlag von schwefelsaurem Baryt und Rhodiumoxyd, eine Verbindung, deren Natur mir nicht recht klar ist, und die ausgefällte Flüssigkeit war citronengelb. Als die filtrirte Flüssigkeit in einem Destillationsgefäfse zur Trockne abgedunstet wurde, ging nur Salzsäure, ohne alle Einmengung von Chlor, über, und die in der Retorte zurückgebliebene Salzmasse löste sich im Wasser mit rother Farbe auf.

Der mit Rhodiumoxyd vereinigte schwefelsaure Baryt wurde lange mit concentrirter Salzsäure gekocht, wodurch sich der gröfste Theil des Oxyds auflöste; doch wurde das Barytsalz nicht farblos. Die Lösung in Salzsäure war citronengelb, wurde aber beim Eintrocknen roth, und Wasser löste dann rothes Chlorrhodium auf.

Zum überflüssigen Beweis, dafs die gelben Oxydsalze den rothen Chlorsalzen proportional sind, mag noch gesagt werden, dafs ich, als ich das rothe Kaliumsalz mit Schwefelsäure destillirte, Salzsäure erhielt, und in der Retorte ein schwerlösliches dunkelgelbes Doppelsalz zurückblieb, welches sich im Wasser mit gelber Farbe, aber nur in sehr geringer Menge, auflöste.

Ich habe hiebei den bemerkenswerthen Umstand gefunden, dafs das Rhodiumoxyd und seine Verbindungen mit Basen von Salzsäure, eben so wie von einer Sauerstoffsäure, mit gelber Farbe aufgelöst werden, und dafs die rothe Farbe des Chlorids nicht eher zum Vorschein kommt, als beim Kochen oder beim Verdunsten der Flüssigkeit zur Trockne. Es scheint also ein Auflösung in Chlorwasserstoff zu seyn, wobei sich erst bei höheren Temperaturen der Wasserstoff der Säure mit dem Sauerstoff des Oxydes vereinigt.

Die Sauerstoffsalze des Rhodiums werden am besten

erhalten, wenn man das rothe Kalium- oder Natriumsalz in Wasser löst, die Lösung mit kohlensaurem Natron, in einer etwas gröfsern Menge als zur Zersetzung des Chlorrhodium nöthig ist, versetzt, und nun dieselbe, die dabei nur unbedeutend getrübt worden ist, in einem offnen Gefäfse zum Verdunsten hinstellt. Bei einer gewissen Concentration gelatinirt sie, und setzt ein Oxydhydrat ab, welches, nach dem Auswaschen, mit Hülfe der Wärme in Säuren gelöst werden kann. Es enthält Alkali, und ich weifs nicht, ob es gänzlich davon befreit werden kann. Die Lösung in Säuren ist rein gelb, und schmeckt, wenn sie gesättigt ist, rein zusammenziehend. Das salpetersaure Salz trocknet zu einem gelben Syrup ein, welcher keine Zeichen von Krystallisation zeigt. Andere Salze habe ich nicht in fester Form dargestellt.

Wenn man ein rothes Rhodiumsalz mit kaustischem Ammoniak vermischt, so fällt zuerst nichts nieder, aber nach einer Weile wird die Farbe der Lösung heller, dann gelb, und nun setzt sich ein schön citronengelber Niederschlag ab. Dieser Niederschlag ist Rhodiumoxyd-Ammoniak. Er ist nach dem Trocknen blafsgelb und pulverförmig, und giebt, in einem Destillationsgefäfs erhitzt, ohne irgend eine Art von Decrepitation, Wasser und Stickgas, während metallisches Rhodium zurückbleibt. Er löst sich leicht in Salzsäure mit rein citronengelber Farbe, und diese behält die Lösung bis zum Eintrocknen, wobei das Salz roth wird.

Das Ammoniak schlägt nicht den ganzen Gehalt an Rhodiumoxyd nieder, vielmehr ist die alkalische Flüssigkeit gelb. Durch Eintrocknen erhält man ein gelbes basisches Doppelsalz, das gröfstentheils im Wasser unlöslich ist. Nach dem Waschen und Trocknen giebt es bei der Destillation: Salzsäure, Wasser, Stickgas, Salmiak und metallisches Rhodium.

Vermischt man das rothe Kaliumsalz mit schwefliger Säure, und läfst es dann einige Zeit stehen, so setzt sich

ein blafsgelbes, fast weifses Pulver ab, und die Flüssigkeit verliert an Röthe. Nach dem Waschen und Trocknen ist der Niederschlag weifs und pulverförmig. Bei der Destillation giebt er Schwefligsäuregas und Sauerstoffgas, während saures schwefelsaures Kali und Rhodiumoxyd zurückbleiben, die sich durch Wasserstoffgas zu einem Gemenge von schwefelsaurem Kali und Metall reduciren lassen, unter Entwicklung von Wasser und Schwefelwasserstoffgas. Er enthält 28 Procent Rhodium, welches mit der Zusammensetzung: $\dot{K}\dddot{S} + \dddot{R}\dddot{S}^3$ übereinstimmt. Dieses Salz löst sich wenig in Schwefelsäure, welche sich davon citronengelb färbt. Vom kaustischen Kali wird es beim Kochen zersetzt, und giebt dabei ein gelbes Oxydhydrat. Wenn diefs Oxyd mit Salzsäure behandelt wird, giebt es das rothe Salz. Daraus folgt also, dafs ein Theil des Salzes, welches durch die schweflige Säure reducirt wurde, in der Lösung geblieben ist.

Ich vermischte die Lösung mit kohlensaurem Natron und verdunstete sie; es schlug sich dabei ein dunkel gelbgrünes Oxyd in Form einer Gallerte nieder, und die Flüssigkeit, welche durch das Filtrum ging, war schwach grün, wie von einem Kupfersalze. Diese Farbe rührte aber doch von aufgelöstem Rhodium her, denn als die Flüssigkeit mit Salzsäure gesättigt und abgedunstet wurde, nahm sie wieder eine rothe Farbe an. Das gefällte Oxyd löste sich in Salpetersäure mit einer gelblich grünen Farbe auf, setzte aber zugleich metallisches Rhodium ab. Hienach scheint es also, als habe das Rhodiumoxydul, gleich dem Kupferoxydul, die Neigung, bei Auflösung in Säuren, in Oxyd und Metall zu zerfallen.

Obgleich das Rhodium sich nicht in Königswasser löst, so kann es dennoch durch Zusammenschmelzung mit saurem schwefelsauren Kali gelöst werden; ein Umstand, welcher für die Analyse von grofser Wichtigkeit ist, weil man dadurch in Stand gesetzt wird, selbst ganz kleine *Mengen dieses Metalles* in Platin, Iridium und Osmium

zu entdecken und aus denselben auszuziehen. Das Rhodium wird beim Glühen unter Entwicklung von schwefliger Säure gelöst, aber die Lösung geschieht langsam, und erfordert, dafs der Platintiegel, worin dieselbe vorgenommen wird, mit einem gut schliefsenden Deckel bedeckt werden kann, damit nicht der Ueberschufs von Säure schnell fortrauche. Sobald bei Abnahme des Deckels die Salzmasse an der Oberfläche gesteht und krystallisirt, wird der Tiegel vom Feuer genommen und abgekühlt, das Salz mit kochendem Wasser ausgezogen, und das Ungelöste mit einer neuen Portion Salz behandelt. Wenn man auf diese Weise Rhodium von Platin oder Iridium scheiden will, so mufs die Umschmelzung so oft wiederholt werden, als noch das Salz bei erneuerter Operation Farbe annimmt. Um nicht bei den Analysen zu grofse Mengen von dem Salze gebrauchen zu müssen, habe ich zuweilen, nachdem das Salz den gröfsten Theil seiner freien Säure verloren zu haben schien, abgewogene Mengen von destillirter Schwefelsäure hinzugesetzt, dieselbe vorsichtig erhitzt, bis ihr Wasser verjagt war, und nun die Schmelzung fortgesetzt. Das Ungelöste mufs allemal umgeschmolzen werden, bis man sich durch die Farblosigkeit des Flusses überzeugt hat, dafs das Salz kein Rhodium mehr aufnimmt.

Das schmelzende Doppelsalz ist, wenn es wenig Rhodium enthält, roth und durchsichtig; wenn es aber damit fast gesättigt ist, sieht es dunkel und schwarz aus. Nach dem Erkalten ist es dunkel oder hell gelb, je nach seinem Metallgehalt. Einige Male habe ich es rosenroth erhalten. Es löst sich träge in kaltem Wasser, aber ganz leicht in siedendheifsem. Die Lösung ist gelb. Das Metall kann aus derselben nicht vollständig niedergeschlagen werden, weder durch Alkali noch durch Schwefelwasserstoffgas. Man mufs dazu die Lösung mit kohlensaurem Kali oder Natron übersättigen, in einem Platingefäfse zur Trockne verdunsten, bis zum Glühen erhitzen,

und nun das Salz mit Wasser ausziehen. Das zurückbleibende Rhodiumoxyd wird zuerst mit Salzsäure und dann mit Wasser gewaschen, mit Wasserstoffgas reducirt und darauf als Metall dem Gewichte nach bestimmt.

Wenn eine Platinlegirung zugleich Palladium enthält, so wird diefs neben dem Rhodium von dem sauren schwefelsauren Kali gelöst. Das gewogene reducirte Metall wird dann mit Königswasser behandelt, die Lösung neutralisirt und mit Quecksilbercyanid gefällt, worauf man das Palladiumcyanid absondert, und das Gewicht des Palladiums von dem gemeinschaftlichen Gewichte beider Metalle abzieht.

Man kann sich auch des sauren schwefelsauren Kali's bedienen, um Rhodium von Iridium zu unterscheiden. Man schmilzt dazu die Probe in einem zugeblasenen Glasrohre mit dem Salze zusammen, das Iridium wird zwar von der Schwefelsäure oxydirt, aber nicht gelöst; das Rhodium dagegen löst sich auf, und giebt eine farbige Salzmasse.

2. Palladium.

Verschiedene Chemiker haben Versuche mit dem Palladium angestellt, aber dennoch ist von demselben nur ein einziger Verbindungsgrad mit Sauerstoff und Chlor bekannt. Die Versuche, welche ich hier anführen werde, haben gezeigt, dafs das Palladium dieselben Verbindungsgrade wie das Platin besitzt.

Atomengewicht des Palladiums.

Bei meinen älteren Versuchen über das Atomengewicht dieses Metalles *), bediente ich mich, zur Bestimmung desselben, der Zusammenschmelzung des Metalls mit Schwefel, und der Reduction des Chlorpalladiums durch Quecksilber, und daraus ergab sich das Atomenge-

*) *Kongl. Vetensk. Acad. Handl.* 1813, *p.* 204.

wicht, falls der Schwefel ein Atom, und das Chlor zwei Atome aufgenommen hatte, nach der ersten Bestimmung nahe =711, und nach der letztern nahe =704.

Die Versuche, auf welche diese Zahlen sich gründen, sind schwer mit der Genauigkeit anzustellen, welche die Bestimmung eines Atomengewichts erfordert. Ich habe deshalb die Reduction des lange bekannten Doppelsalzes mit Chlor und Kalium mittelst Wasserstoffgas angewandt. Hiebei stellt sich aber dennoch die Schwierigkeit ein, dafs der Chlorgehalt des Salzes schwerlich mit völliger Genauigkeit bestimmt werden kann, weil das Salz, wenn es bei zu gelinder Hitze getrocknet wird, Wasser enthält, und wenn man es zu stark erhitzt, Salzsäure fortgeht und Palladiumoxyd gebildet wird. Diesem Uebelstande habe ich jedoch dadurch auszuweichen gesucht, dafs ich das Atomgewicht nach dem Gehalt des Salzes an Chlorkalium berechnete.

1) 1,757 Grm. Kalium-Palladium-Chlorür, zuvor so stark erhitzt, dafs es am Boden schmolz, gaben 0,373 Grm. Chlor, 0,575 Grm. Palladium und 0,809 Grm. Chlorkalium.

2) 2,606 Grm. des Salzes, in einem Strom von trockner Luft strenge erhitzt, doch nicht bis zum Schmelzen, gaben 0,563 Grm. Chlor, 0,851 Grm. Palladium und 1,192 Grm. Chlorkalium.

Berechnet man diese Zahlen, so findet man, dafs das Palladiumsalz eben so viel Chlor wie das Kaliumsalz enthält; denn 1,192 Grm. Chlorkalium enthalten 0,566 Grm. Chlor. Wenn dieses Salz, wie wir weiterhin ohne allen Zweifel sehen werden, aus $K Cl^2 + Pd Cl^2$ besteht, so wiegt das Palladiumatom, nach dem ersten Versuch: 664,61, und nach dem andern: 665,84, nach der Mittelzahl aus beiden also: 665,23. Nach dem Chlorgehalt bei dem letzteren Versuch erhält man 669,09; und die Mittelzahl aus allen drei Versuchen giebt 666,51. Ich habe aber dennoch Grund, die Zahl 665,84 als die der Wahrheit am nächsten kommende zu betrachten.

Chlorverbindungen des Palladiums und deren Doppelsalze.

a) Chlorür. Das Salz, welches man erhält, wenn man eine Auflösung von Palladium in Königswasser, nach Verdunstung der überschüssigen Säure, mit Chlorkalium versetzt und zur Krystallisation verdunstet, ist dasselbe, dessen Analyse ich so eben angeführt habe. Es enthält Palladiumchlorür und schiefst in gleicher Form an, wie das von Magnus entdeckte und analysirte Doppelsalz von Platinchlorür mit Chlorkalium, dessen atomistische Zusammensetzung es auch besitzt. Wenn es durch Vermischung von concentrirten Lösungen erhalten worden ist und sich in feinen Krystallnadeln abgesetzt hat, ist es goldgelb; dagegen ist es grünbraun, wenn es in gröfseren Prismen anschiefst. Es hat dieselbe Farbe nach dem Schmelzen, wenn es beim Erkalten in derselben Form, wie aus seiner Lösung in Wasser, anschiefst. Der Dichroismus, welchen man diesem Salze zugeschrieben hat, zeigte sich bei meinen Versuchen nicht. Diefs Salz löst sich sowohl in Wasser, als auch in Weingeist von 0,84 spec. Gew., aber bei der Destillation der geistigen Lösung wird der gröfste Theil des Metalls reducirt. Es wird auch beim Kochen von schwefliger Säure reducirt.

Ein gleiches Doppelsalz giebt das Chlorür auch mit Ammoniak. Das mit Natron ist viel leichtlöslicher.

b) Chlorid. Wenn das so eben beschriebene Kaliumsalz in Königswasser gelöst und darauf wieder zur Trockne abgedampft wird, so setzt sich gegen das Ende, unter Entwicklung von Stickstoffoxydgas, ein rothes Salz in feinen mikroskopischen Krystallen ab. Wird das angewandte Salz vor- und nachher gewogen, so findet man, dafs es dabei gerade ein Doppel-Atom Chlor an Gewicht gewonnen hat, und es also aus $KCl^2 + PdCl^4$ besteht, welches Resultat überdiefs durch die Reduction mit Wasserstoffgas bestätigt wird. Die Farbe dieses Salzes fällt nach der Gröfse seiner Krystalle verschieden

aus; wenn diese, wie oft, so klein sind, daſs man ihre Form nicht unter dem Mikroskope erkennen kann, so ist es zinnoberroth; haben aber die Krystalle merkliche Dimensionen, so ist es braunroth. Die Form ist alsdann deutlich ein reguläres Octaëder, wie bei dem entsprechenden Platinsalze, was also abermals bestätigt, daſs das Palladium mit dem Platin zu derselben Reihe von isomorphen Körpern gehört.

Dieſs Salz hat verschiedene merkwürdige Eigenschaften. Erhitzt man es, so geht Chlorgas fort und hernach schmilzt das Chlorürsalz. Es ist sehr schwerlöslich im Wasser, von welchem es mit gelber Farbe aufgenommen wird, aber auf eine solche Weise, daſs es in Chlorür zerfällt und Chlor frei wird in der Flüssigkeit, während nur ein ganz geringer Theil unzersetzt aufgelöst wird. Kocht man das Salz mit Wasser, so geht Chlor in Menge fort, wobei das Salz indeſs noch eine andere Zersetzung erleidet; diese besteht darin, daſs in der Flüssigkeit Salzsäure gebildet wird und ein zuvor unbekanntes Oxyd von dunkler Umbrafarbe ungelöst bleibt. Dasselbe ist der Fall, wenn die mit kaltem Wasser erhaltene Lösung gekocht oder abgedunstet wird; aber die Menge des gebildeten Oxyds ist hier geringer. Löst man das Salz in siedendheiſsem Wasser in einer Flasche, die damit genau gefüllt und luftdicht verschlossen wird, so erhält man eine dunkle Lösung, ähnlich der des Chlorürsalzes, wenn sie concentrirt ist; aber beim Erkalten setzen sich Krystalle des Chloridsalzes ab, und die Flüssigkeit wird heller. In dieser Flüssigkeit scheint eine partielle Zersetzung und Wiederherstellung dieses Salzes vorzugehen. Die Krystalle, welche sie absetzt, sind sehr klein und ihre Menge gering. Salzsäure, wenn sie etwas verdünnt ist, löst dieses Salz auf; das Salz wird dabei nicht zersetzt und bleibt nach Verdunstung der Säure zurück. Von Wasser, welches Chlorkalium, Kochsalz oder Salmiak enthält, wird es nicht gelöst; diese Salze können da-

her mit einer mäfsigen Quantität Wasser fortgewaschen werden.

Es wird auch vom Alkohol weder gelöst, noch zersetzt. Diese Eigenschaft des Salzes ist für die Analyse von Wichtigkeit. In den Platinerzen kommt nämlich das Palladium immer zugleich mit Kupfer vor, und diese beiden Metalle verhalten sich im Allgemeinen einander so gleich, dafs es schwer fällt sie mit völliger Genauigkeit zu trennen, um ihre verhältnifsmäfsigen Mengen zu bestimmen. Da beide Metalle Doppelsalze mit Chlorkalium geben, aber das des Kupfers löslich ist in Alkohol, so kann man sie auf diese Weise von einander scheiden. Die Einzelnheiten davon, sollen bei der Analyse der Platinerze besonders angeführt werden.

Wenn dieses Salz mit kaustischem Ammoniak übergossen wird, so verwandelt es sich, unter Aufbrausen und Entwicklung von Stickgas in das Chlorürsalz.

Ein ganz ähnliches Doppelsalz von Ammoniak bekommt man, wenn man eine Auflösung des Palladiums in Königswasser mit Salmiak vermischt, und alsdann bei gelinder Wärme zur Trockne verdunstet. Es hat alle äufsere Kennzeichen des Kaliumsalzes, und auch dieselbe Schwerlöslichkeit in Wasser.

Mit Kochsalz habe ich dieses Doppelsalz nicht bekommen können, ohne Zweifel deshalb, weil es so leicht löslich ist im Wasser, und folglich in der Auflösung zersetzt wird, ehe es eintrocknet.

Das Palladiumchlorid in diesen Salzen habe ich nicht isoliren und in fester Form darstellen können. Eine concentrirte Lösung von Palladium in Königswasser enthält gröfstentheils nur Chlorür und salpetersaures Oxydul; wenn man aber eine concentrirte Auflösung von Chlorkalium eintröpfelt, so fällt zuerst etwas rothes Salz nieder, zum Beweise, dafs die Flüssigkeit Chlorid enthält, und darauf bildet sich eine gröfsere Menge vom Chlorür-

Doppelsalze. In aufgelöster Form kann man dieses Chlorid erhalten, wenn man sein Doppelsalz durch Kali zerlegt, und dann das Oxyd, nachdem es gewaschen und getrocknet ist, mit concentrirter Salzsäure übergiefst. Es löst sich dann mit einer prächtigen brandgelben Farbe auf, während eine Portion des Kalium-Doppelsalzes, herrührend von dem Kaligehalt des Oxyds, zurückbleibt; aber die Lösung riecht nach Chlor. Von Chlorkalium wird es fast ganz und gar als Chlorid-Doppelsalz gefällt; wenn man es aber abdampft, so geht Chlor fort und Chlorür bleibt zurück.

Bei der Analyse der Platinerze ereignet es sich zuweilen, dafs, wenn man Königswasser bei gelinder Wärme bis zur Trockne über das Erz abdestillirt und die Masse darauf in Wasser löst, alsdann die Lösung nach Chlor riecht; diefs rührt daher, dafs sich das Palladiumchlorid zersetzt. Die Flüssigkeit mufs alsdann erwärmt werden, so lange als noch ein Geruch von Chlor zu verspüren ist; denn sonst fällt man Palladium-Chloridsalz neben dem Chloridsalz des Platins.

c) *Palladiumchlorür mit kaustischem Alkali.* Wenn ein Palladiumsalz mit Ammoniak versetzt wird, entsteht ein Niederschlag, welcher sich bald mit gelber Farbe auflöst, und nach einer Weile wird die Lösung farblos. Diefs geschieht noch schneller, wenn die Flüssigkeit und das Ammoniak concentrirt oder warm sind.

Als ich diefs Verhalten zum ersten Male bemerkte, glaubte ich, dafs das Palladium durch das Ammoniak auf eine niedere Verbindungsstufe zurückgeführt würde, obgleich ich dabei niemals eine Entwicklung von Stickgas wahrnahm. Ich fand jedoch hernach, dafs ganz dasselbe geschieht, wenn man eine Lösung von Palladiumchlorür in eine Lösung von Kalihydrat tröpfelt, wobei die Farbe in einem Augenblick verschwindet und die Bestandtheile des Chlorürs in der Flüssigkeit zurückbleiben. Es ist

also klar, daſs der Ueberschuſs des Alkali's und nicht eine Reduction die Ursache des Verschwindens der gelben Farbe war.

Wenn man das Palladiumchlorür mit kaustischem Ammoniak versetzt, bis man eine klare und farblose Flüssigkeit erhält, und dieselbe darauf bis zur Trockne verdunstet, so bekommt man, bei Auflösung der Masse in Wasser, einen gelblichgrünen, unlöslichen, pulverförmigen Rückstand, welcher bei trockner Destillation zuerst ein wenig freies Ammoniak, dann Salzsäure, Stickgas und endlich Salmiak giebt, während reines metallisches Palladium zur Hälfte seines Gewichts zurückbleibt. Dieses Salz ist dem *Mercurius praecipitatus albus* der Pharmaceuten analog, und besteht aus einem Atom Palladiumchlorür und einem Doppelatome Ammoniak. Die Entstehung desselben gründet sich darauf, daſs es Ammoniak und nicht Ammonium enthält, und die Zersetzung desselben in höherer Temperatur darauf, daſs das Chlor des Chlorürs mit dem Ammoniak bildet: Chlorammonium, Stickgas und Salzsäure. Die Formel für die Zusammensetzung dieses Körpers ist: $PdCl^2 + NH^3$. Es ist möglich, daſs die farblose Verbindung mit Kali besteht aus: $\dot{K} + PdCl^2$.

Wenn man das Kalium-Palladium-Chlorür in kaustischem Ammoniak auflöst, so bekommt man eine farblose Flüssigkeit, welche so lange farblos bleibt, als sie einen Ueberschuſs von Ammoniak enthält. Einer freiwilligen Verdunstung ausgesetzt, giebt sie farblose, strahlige Krystalle, gemengt mit einem gelben, pulverförmigen Stoff, in welchen die Masse, bei Verdunstung in der Wärme, ganz und gar verwandelt wird. Dieser gelbe Stoff ist ein ähnliches Ammoniaksalz, welches aber daneben Palladiumoxydul-Ammoniak enthält. Es gab 57,5 Procent Palladium.

Wenn die Lösung eines Palladiumsalzes in Ammoniak abgedunstet wird, bis der Ueberschuſs dieses Alkali's

rtgegangen ist, das Salz sich aber noch nicht gelb ge-
:bt hat, so entsteht bei Eintröpfelung von Quecksilber-
anid im ersten Augenblick kein Niederschlag, aber nach
ıigen Augenblicken werden perlmutterartig glänzende,
·blose Krystallschuppen gebildet, welche Cyanpalladium
thalten.

Wenn man das Kalium-Palladium-Chloridsalz mit
'asser anrührt und alsdann mit Quecksilbercyanid ver-
scht, so zersetzt sich das Salz, und man erhält ein flok-
ges, blafsrothes Cyanpalladium, welches allmählig seine
ırbe verändert und hell wird, während die Flüssigkeit
ıch Blausäure zu riechen anfängt.

Oxyde und Sauerstoffsalze des Palladiums.

Diese sind wenig untersucht worden. Wir haben
sher nur das Oxydul gekannt, und selbst die Eigen-
haften dieses sind nicht richtig erforscht worden.

Es ist bekannt, dafs das Palladium bei Erhitzung
s zu einer gewissen Temperatur blau anläuft, aber
an weifs nicht, was dieser Anflug eigentlich ist. Ich
hitzte fein zertheiltes Palladium, so wie man es durch
eduction der Chlorürsalze mit Wasserstoffgas bekommt,
einem Strom von Sauerstoffgas bis zum anfangenden
lühen. Der Anflug war recht schön blau, allein eine
ewichtszunahme war auf der Wage nicht wahrnehmbar,
ıd die Veränderung erstreckte sich nur auf die Ober-
iche. Durch Wasserstoffgas verschwand er; es war
so ziemlich deutlich ein Oxyd.

Man hat angeführt, dafs die Palladiumsalze durch
mmoniak blau würden; diefs rührt aber von Kupfer
er, und hat nichts gemein mit dem blauen Ueberzug,
elcher beim Glühen an der Luft gebildet wird. Wahr-
:heinlich werden bei dieser oberflächlichen Oxydation
'erbindungen zweier Palladiumoxyde gebildet, analog den
lauen Oxyden des Iridiums und des Osmiums.

Das Palladium oxydirt sich beim Schmelzen mit Alkali

und Salpeter weit weniger als die übrigen Begleiter des Platins, und die Oxydationsstufe, die sich dabei bildet, ist Oxydul. Vermischt man das Chloridsalz mit kohlensaurem Natron und erhitzt es, bei einer noch nicht an's Glühen reichenden Hitze, so lange als es noch Gas giebt, so erhält man Kohlensäuregas und die Hälfte des Sauerstoffs, welcher das Alkali verläfst, während die andere Hälfte in Verbindung mit dem Palladium bleibt und Oxydul bildet.

Wenn das Chloridsalz mit Alkali behandelt wird, so entsteht eine bisher unbekannte Oxydationsstufe des Palladiums, welche man *Palladiumoxyd* nennen kann, und welche, nach dem was wir über die Zusammensetzung des Chloridsalzes wissen, besteht aus: *einem* Atome des Radicals und *zwei* Atomen Sauerstoff, oder, in hundert Theilen, aus: 76,92 Metall und 23,08 Sauerstoff, wogegen das Oxydul 86,94 Metall und 13,06 Sauerstoff enthält.

Uebergiefst man das Chloridsalz mit kaustischem oder kohlensaurem Kali oder Natron, so löst es sich gröfstentheils mit dunkel gelbbrauner Farbe auf, und wenn man die Lösung eine Weile sich selbst überläfst, so gelatinirt sie und setzt das Hydrat des Oxydes ab; filtrirt man die Flüssigkeit, so ist das Durchgehende vom aufgelöstem Oxyd gelb. Das Oxydhydrat ist dunkel gelbbraun, fast wie Umbra, und wird beim Waschen mit siedendheifsem Wasser noch dunkler. Es enthält Kali, welches durch Waschen nicht fortgenommen wird. Wenn das Gemenge von Chloridsalz und Alkali bis zum Sieden erhitzt wird, so wird das gefällte Oxyd schwarz *) und die alkalische Flüssigkeit farblos.

Das

*) Bei einer höheren Temperatur giebt es Sauerstoff und geht in Oxydul über. Das braune giebt zugleich Wasser, und zwar mit einer solchen Heftigkeit, dafs Alles zur Retorte hinausgeblasen wird. Das, durch Kochen gefällte, schwarze Oxyd zeigt diese Erscheinung nicht.

Das Palladiumoxyd löst sich, selbst im feuchten Zustande, träge in Säuren auf, doch löst es sich wirklich. Die Lösungen haben eine rein gelbe Farbe, und deuten auf die Gegenwart eines der Salze, welche man Palladiumoxydsalze nennen kann. Von Salzsäure wird es schnell gelöst; wenn die Säure concentrirt ist, wird, wie schon gesagt, Chlorid gebildet; ist die Säure aber etwas verdünnter, so entwickelt sich Chlor. Eine Portion Kalium-Palladium-Chlorid bleibt dabei stets ungelöst.

Die Oxydulsalze des Palladiums, die einzigen Sauerstoffsalze dieses Metalles, welche bisher bekannt waren, sind dennoch wenig untersucht worden. Sie zeigen mit Alkalien dieselbe Reihe von farblosen Verbindungen, wie das Chlorür.

Schon Fischer *) hat bemerkt, dafs das salpetersaure Palladiumoxydul bei Uebersättigung mit Ammoniak ein farbloses basisches Salz liefert, welches in glänzenden, vierseitigen, rechtwinkligen Tafeln anschiefst. Wird es durch Erwärmung eingetrocknet, so bleibt es in perlmutterglänzenden Schuppen zurück.

3. Iridium.

Mit diesem Metalle haben nur Tennant, und späterhin Vauquelin **) Versuche angestellt, und was wir von demselben wissen, ist das Resultat ihrer Arbeiten. Das Folgende wird indefs beweisen, wie wenig diefs als Richtschnur bei einer analytischen Untersuchung zu gebrauchen ist.

Darstellung des Iridiums. Das Iridium findet sich theils als Bestandtheil des Platinerzes, theils in Verbindung mit Osmium als eine eigne natürliche Legirung. In dem ersten Falle wird es entweder neben dem Platin vom Königswasser gelöst, oder es bleibt als ein schwar-

*) Jahrbuch der Chemie und Physik, LI. p. 202.

**) *Annales de chimie*, *LXXXIX*. *p.* 150.

zes Pulver ungelöst zurück. Da die Abscheidung des Iridiums vom Platin gerade der Zweck der Analyse ist, so werde ich davon erst bei der Beschreibung der analytischen Methoden reden, und hier mich nur mit der Zerlegung des Osmium-Iridiums beschäftigen.

Diese beiden Metalle halten mit einer Festigkeit zusammen, über die man sich mit Recht verwundern muſs, da die Stelle, welche sie in der elektro-chemischen Reihe einnehmen, nicht bedeutend verschieden zu seyn scheint.

Jeder Versuch zur Zersetzung dieser Verbindung muſs damit anfangen, daſs man sie pülvert. Sie bildet mehr oder weniger groſse Körnchen, die sehr hart sind und viele Festigkeit besitzen. Diese können nicht in einem steinernen Mörser zerstoſsen werden, weil sich hierin nicht stark genug stampfen läſst. Am besten geschieht es in einem Mörser von Stahl, oder in einem Ringe auf einer Stahlplatte; aber die Härte der Körner ist so groſs, daſs, wenn die Schläge stark genug sind, sie sich in den Stahl eindrücken und darin sitzen bleiben. Man zerstöſst sie erst so viel wie möglich, und reibt sie dann so fein, daſs sich das Pulver wie Graphit auf der Hand ausstreichen läſst. Nachdem sie einmal zerstoſsen sind, geht das Zerreiben zu einem feineren Pulver ziemlich leicht vor sich. Man darf am Zerreiben nichts sparen, weil das feine Pulver bald zerlegt, das gröbere dagegen nur schwach angegriffen wird. Das so erhaltene Pulver kocht man mit Salzsäure, welche das abgeriebene Eisen unter Aufbrausen löst, gieſst die Eisenlösung von dem Pulver ab, und wäscht dieses gut aus.

Ich hoffte diese beschwerliche Arbeit dadurch zu umgehen, daſs ich 1 Th. Osmium-Iridium mit 6 Th. Wismuth zusammenschmolz, und dabei die Hitze so hoch steigerte, daſs ein Viertel des Wismuths verflüchtigt wurde. Ich erwartete, daſs ich, bei der Auflösung des Wismuths in Salpetersäure, das Osmium-Iridium in einem höchst *fein* zertheilten Zustande erhalten würde; allein ich bekam

die Flitterchen unverändert wieder, nur wogen sie etwas weniger.

Die gepülverte Verbindung wird nicht merklich durch Erhitzung in Chlorgas oder Sauerstoffgas angegriffen. Dagegen können die Metalle auf zwei Arten löslich gemacht werden, nämlich durch Zusammenschmelzung entweder mit Natrium-Platin-Chlorid oder mit Salpeter.

Die erste dieser Methoden ist gerade nicht empfehlenswerth, weil die Metalle dabei durch Platin verunreinigt werden; allein ich glaube doch, dafs meine Erfahrung darüber angeführt zu werden verdient.

Zwei Theile des Metallpulvers wurden mit 3 Th. wasserfreien Chloridsalzes gemengt und in eine Glasretorte gebracht, welche nun im Sandbade so heftig erhitzt wurde, als sie es ertragen konnte, und zwar zwei Stunden lang. Osmium und Iridium scheiden hiebei, obgleich nicht gänzlich, das Platin aus, und verbinden sich mit dem Chlor und Natrium. Nachdem, was seither vom Osmium bekannt ist, hätte man erwarten sollen, dafs das Chlorosmium überdestilliren und das Iridium als Doppelsalz zurückbleiben würde; allein diefs geschieht eigentlich nicht. Zwar sammelt sich vorn im Retortenhals ein grünes Chlorosmium, und weiter hinten ein rothes Sublimat, welches Chloriridium ist, allein die Menge von beiden beträgt sehr wenig. Das geschmolzene Salz löst sich ganz leicht in Wasser, mit einer so dunkelbraunen Farbe, dafs die Lösung fast ganz undurchsichtig ist. Das Ungelöste ist Platin in feinen glänzenden Schuppen; aber diese enthalten auch eine Verbindung von Platin mit unaufgelöstem Osmium und Iridium, welche sich späterhin auf nassem Wege nur sehr schwierig abscheiden lassen. Die Lösung, welche nach Osmiumoxyd riecht, wird mit Königswasser vermischt und destillirt, wobei das Osmiumoxyd mit Wasser übergeht, aber doch das meiste Osmium in dem Salze bleibt. Wenn dieses nach dem Trocknen fein gepülvert, mit kohlensaurem Natron gemengt, und in einer

Glasretorte destillirt wird, so erhält man Kohlensäuregas, etwas Sauerstoffgas, und es sublimirt sich Osmiumoxyd. Ein Theil desselben folgt aber dem kohlensauren Gase, das man daher durch kaustisches Ammoniak absorbiren lassen mufs. Das in der Retorte zurückgebliebene Salz ist noch gemengt mit Iridiumoxyd und metallischem Platin. Das Salz wird mit Wasser ausgezogen, und der Rückstand mit Königswasser gelöst, wobei sich das Platin, obgleich etwas mit Iridium verunreinigt, auflöst, und das Iridiumoxyd ungelöst bleibt; diefs wird mit Wasserstoff reducirt und giebt dann metallisches Iridium.

Die Zersetzung mit Salpeter ist die beste und leichteste, und läfst fast nichts zu wünschen übrig. Man mengt das feine Pulver mit eben so viel, oder etwas weniger, Salpeter, den man kurz zuvor geschmolzen hat, damit er wasserfrei sey. Das Gemenge bringt man in eine kleine Porcellanretorte, versehen mit einer tubulirten Vorlage und einem Ableitungsrohre, das in eine Flasche mit verdünntem Ammoniak hinabgeht. Man erhitzt die Retorte anfangs ganz gelinde, und sieht darauf, dafs die Gasentwicklung nicht allzu heftig werde, weil sonst die Masse leicht übersteigt. Gegen das Ende verstärkt man die Hitze bis zur vollen Weifsgluth. Wenn kein Gas mehr entwickelt wird, ist der Versuch beendigt.

Das Salz wird in kaltem Wasser gelöst, und die Lösung in eine Flasche mit eingeriebenem Stöpsel gethan, worin man sie mit Salzsäure und vieler Salpetersäure vermischt, so dafs sie scharf sauer wird. Sie riecht dann sehr stark nach Osmium. Das Klare wird in eine Retorte gethan und destillirt, wobei man die Fugen wohl verkleben und die Vorlage gut abkühlen mufs. Der ungelöste Theil wird ebenfalls mit Salzsäure und Salpetersäure vermischt, und in einer besondern Retorte destillirt, wobei das Destillat gleichfalls Osmium, und der Rückstand in der Retorte Iridium, nebst einer Portion Osmium enthält.

Man mufs das Klare von dem Ungelösten absondern, um das Aufstofsen beim Kochen zu verhindern, wobei leicht eine Portion der Iridiumlösung in die Vorlage getrieben wird. Man darf die alkalischen Lösungen nicht durch Papier filtriren, weil sie von diesem theilweise desoxydirt werden, wobei sich das Papier von Iridiumoxydul grün färbt, und die Lösung ungemein schwer durchgeht. Die Salpetersäure wird in überschüssiger Menge zugesetzt, damit sie die Chlordoppelsalze des Osmiums zerstöre, und diefs Metall bis zu seinem flüchtigen Oxyde oxydire.

Das, was in beiden Retorten nach der Destillation zurückbleibt, wird filtrirt, mit Chlorkalium versetzt, und zur Verjagung der überschüssigen Salz- und Salpetersäure eingetrocknet. Die trockne Salzmasse wird mit kohlensaurem Natron gut vermischt, in einer Retorte, wie zuvor erwähnt, erhitzt, und das etwa entweichende Osmiumoxyd aufgefangen; hierauf löst man das Salz in Wasser, wobei das Iridiumoxyd zurückbleibt. Vermuthet man darin einen Platingehalt, so zieht man diesen mit Königswasser aus. Zuweilen enthält es etwas Rhodium, welches man dann durch Schmelzen mit saurem schwefelsauren Kali auszieht.

Nach allen diesen Operationen hält das Iridium dennoch eine Portion Osmium zurück, welche ihm sehr hartnäckig anhängt. Man kann es von dieser nur dadurch befreien, dafs man es mit Wasserstoffgas bei einer sehr gelinden Hitze reducirt, und alsdann an offner Luft so lange dunkelrothglühend erhält, als man noch den Geruch von Osmiumoxyd verspürt. Man mufs dabei das Iridium mehrere Male hinter einander reduciren und oxydiren, um es völlig vom Osmium zu befreien, was dennoch sehr schwer und langsam geschieht. Erhitzt man das Iridium zu stark, bis zur Weifsgluth, so vereinigen beide Metalle sich wiederum innig und schrumpfen zusammen, wo dann das Osmium nicht mehr verbrennt.

Um alles Osmium zu erhalten, habe ich das Iridium in einen Strom von Sauerstoffgas gelinde geglüht und das Gas in kaustisches Ammoniak geleitet. Wenn das Iridium sehr mit Osmium gemengt ist, lohnt sich diefs Verfahren der Mühe, aber nicht, wenn es sich darum handelt, die letzte Spur auszutreiben. Auch kann man durch gelinde Erhitzung des Metalls in Chlorgas das meiste Osmium abscheiden, welches dann, ohne condensirt zu werden, dem Gase folgt, und in kaustischem Ammoniak aufgefangen werden mufs. Wie das Iridium auf einen Osmiumgehalt zu prüfen sey, werde ich weiterhin bei dem flüchtigen Osmiumoxyd anführen.

Wenn das Iridium durch Wasserstoff reducirt worden, ist es grau, metallisch und ganz dem aus Platinsalmiak erhaltenen Platin ähnlich. Es ist unlöslich im Königswasser, in Schwefelsäure und im sauren schwefelsauren Kali. Es hat eine grofse Verwandtschaft zum Sauerstoff, so dafs es sich in fein zertheiltem Zustand beim Glühen oxydirt und in Iridiumoxyd verwandelt. In einem mehr compacten Zustande, z. B. so wie man es erhält, wenn es in Wasserstoffgas weifsglühend gemacht ist, oxydirt es sich weniger leicht. Wenn es bei strenger Glühhitze zugleich mit Luft und kaustischem oder kohlensaurem Kali in Berührung kommt, so oxydirt es sich und verbindet sich mit dem Alkali, welches dadurch gelb wird. Setzt man Salpeter hinzu, so wird der Zutritt der Luft hiebei unnöthig. Bei voller Rothglühhitze zerlegt es den Salpeter, und das Oxyd verbindet sich mit dem Kali desselben.

Atomengewicht des Iridiums und des Platins.

Die Bestimmung des Iridiumatoms geschah durch Reduction des schwarzen Kalium-Iridium-Chlorids mit Wasserstoffgas. Diefs Chlorid schiefst bekanntlich, wie das entsprechende Platinsalz, in regulären Octaëdern an, und ist folglich mit demselben isomorph; auch hat

es gleiche atomistische Zusammensetzung mit diesem. 100 Theile des in einem Strom von Chlorgas gelinde geglühten Iridiumsalzes verloren, bei der Reduction mit Wasserstoffgas, 29 Th. an fortgegangenem Chlor. Da beim Platinsalze derselbe Verlust statt findet, so scheint es, dafs diese Metalle, ähnlich dem Kobalt und Nickel, sehr nahe ein gleiches Atomengewicht besitzen.

Bei meinen früheren Versuchen bestimmte ich das Atomengewicht des Platins auf demselben Wege *); allein die Methoden zu Erhaltung eines reinen Platins, welche ich durch diese Versuche kennen lernte, waren mir nicht bekannt; ich beschlofs daher das Atomengewicht eines völlig reinen Platins mit dem des Iridiums zu vergleichen.

Das Kalium-Platin-Chlorid wurde aus einer alkoholischen Lösung von Platinchlorid durch eine gesättigte Lösung von Chlorkalium in Wasser gefällt, durch Waschen mit Weingeist von aller anhängenden Flüssigkeit befreit, und dann getrocknet, erstlich in Luft und hernach, bei einer bis zur Glühhitze reichenden Temperatur, in einem Strom von Chlorgas. 6,981 Grm. wurden mit Wasserstoffgas reducirt, und verloren dabei 2,024 Grm. an fortgegangenem Chlor. Das erhaltene Platin wog 2,822 Grm. und das Kaliumsalz 2,135 Grm.

Wie bekannt ist das Doppelsalz zusammengesetzt aus: $KCl^2 + PtCl^4$. Berechnet man nun das Atomengewicht nach dem Chlorgehalt, so findet man es $= 1234,34$; nach dem Chlorkalium berechnet dagegen, erhält man es $= 1232,18$. Der Unterschied beruht natürlicherweise, theils auf der Unmöglichkeit, die Versuche absolut genau anzustellen, theils auf kleinen Unrichtigkeiten, welche in dem Atomengewicht des Chlors und des Chlorkaliums liegen können. Vielleicht kommt man der Wahrheit am nächsten, wenn man aus beiden Resultaten die Mittelzahl nimmt, welche 1233,26 ist. Der Unterschied zwischen 0,2898, dem Chlorgehalt des Platinsalzes, und

*) *Annal. de chim. et de phys.* XXVIII p. 146.

0,2900, dem des Iridiumsalzes, liegt innerhalb der unvermeidlichen Beobachtungsfehler. Ich sehe daher das Atomengewicht des Iridiums als gleich an mit dem des Platins. Hinzusetzen mufs ich zwar, dafs ich das Iridium nicht absolut von Osmium befreit gehabt habe; allein da dieses Metall sehr nahe dasselbe Atomengewicht wie das Iridium hat, so kann ein geringer Gehalt von ihm im Iridiumsalz nicht merklich auf den Chlorgehalt desselben einwirken.

Chlorverbindungen des Iridiums und deren Doppelsalze.

Das Iridium verbindet sich mit dem Chlor in einer gröfseren Anzahl von Verhältnissen, als irgend eins der vorhergehenden Metalle; es giebt nämlich Verbindungen mit 2, 3, 4 und 6 Atomen Chlor. Für so viele Verbindungen hat unsere Nomenclatur keine Namen. Ich habe deshalb folgende Benennungen für diese Verbindungen gebraucht; die erste, mit 2 At. Chlor, nenne ich *Chlorür*, die mit 3 Atomen: *Sesquichlorür*, die mit 4 Atomen: *Chlorid*, und die mit 6 Atomen: *Sesquichlorid*.

a) *Das Chlorid und seine Doppelsalze.* Da das Iridium nur dann von Königswasser aufgelöst wird, wenn es mit andern Metallen, z. B. mit Platin, zusammengeschmolzen ist, und es auch dann nur in geringer Menge aufgenommen wird; so können diese Salze auf nassem Wege nicht anders, als nach der Oxydation des Metalls durch Glühen mit Kali gebildet werden, welches indefs sehr umständlich ist. Ich habe jedoch gefunden, dafs sich das Iridiumchlorid mit grofser Leichtigkeit bildet, wenn man das Metall, fein gepülvert, sorgfältig mit Chlorkalium oder Chlornatrium vermischt, und diefs Gemenge bei anfangender Glühhitze einem Strome von Chlorgas aussetzt, auf gleiche Weise, wie ich es beim Rhodium beschrieben habe. Die Salzmasse wird von dem noch nicht mit Chlor verbundenen Iridium durch Auflösung

in Wasser getrennt, und da sie eine niedere Chlorungsstufe, als das Chlorid, enthalten könnte, mit Königswasser vermischt und zur Trockne verdunstet. Der Ueberschufs von dem zugesetzten Chlorkalium oder Chlornatrium kann durch Wasser in kleinen Portionen ausgezogen werden; denn das Doppelsalz ist in der Lösung dieser Salze unlöslich. Es wird alsdann in siedendheifsem Wasser aufgelöst und zur Krystallisation verdunstet, wobei es jedoch immer rathsam ist, ein wenig Königswasser zuzusetzen, weil es leicht von den unbedeutendsten reducirenden Umständen auf das Sesquichlorür zurückgeführt wird.

Dieses Salz ist, wie Vauquelin schon gezeigt hat, schwarz, und schiefst in regulären Octaëdern an, welche kein Wasser enthalten. Da es überdiefs die atomistische Zusammensetzung des entsprechenden Platinsalzes hat, so folgt, dafs das Iridium und Platin isomorph sind. Ungeachtet dieses Salz schwarz ist, so giebt es doch ein rothes Pulver. Es ist unlöslich im Alkohol, und kann durch ihn aus seinen Auflösungen gefällt werden. Der Niederschlag ist je nach seiner Körnigkeit, schwarzbraun, braun oder dunkelroth. Es kann ohne Rückhalt niedergeschlagen werden, wenn die Flüssigkeit, aus der es gefällt wird, oder der Alkohol Chlorkalium aufgelöst enthält. Die Schwerlöslichkeit im Wasser, welche Vauquelin bei diesem Salze und dem entsprechenden Ammoniaksalze gefunden hat, habe ich nicht wahrgenommen. Wenn das Salz gepülvert ist, löst es sich sehr geschwind auf, bis die Flüssigkeit damit gesättigt ist: wenn es aber mit Chlorkalium oder Chlornatrium gemengt ist, so werden diese Salze vom Wasser gelöst, und das Iridiumsalz bleibt wie unlöslich in der farblosen Flüssigkeit liegen. Die Lösung des Doppelsalzes im Wasser ist in dünnen Schichten gelb, und in dickeren tiefroth; daher sieht sie in einem Glasgefäfs in Masse schön dunkelroth aus, während sie am Rande ihrer Oberfläche gelb erscheint. Diefs

Salz erträgt eine gelinde Glühhitze, ohne zu schmelzen oder zersetzt zu werden. In einer stärkeren Hitze wird es, ebenfalls ohne zu schmelzen, in das Sesquichlorür verwandelt, und bei einem noch stärkeren und anhaltendem Feuer gehen Chlor und Chlorkalium fort, und es bleibt metallisches Iridium mit einem Theil des Chlorkaliums zurück.

Mit Chlornatrium erhält man ein schwarzes Doppelsalz, welches theils in Tafeln, theils in vierseitigen Prismen mit zweiflächiger Zuspitzung anschiefst, und mit dem entsprechenden Platinsalze isomorph ist. Es enthält Krystallwasser und besteht aus: $KCl^2 + IrCl^4 + 6\dot{H}$.

Mit Chlorammonium bildet das Iridiumchlorid ein im ganzen äufseren Verhalten dem Kaliumsalze gleiches Doppelsalz, welches in Wasser sehr schwer löslich, und in Alkohol unlöslich ist. Es wird bei trockner Destillation zersetzt und hinterläfst dabei metallisches Iridium. Es besteht aus: $NH^4Cl + IrCl^4$.

Aus diesem Salze erhält man, nach Vauquelin, das Chlorid, wenn man dasselbe mit Wasser anrührt und bis zur völligen Zersetzung des Salmiaks Chlor hineinleitet; wobei man sich aber vor den Folgen der Bildung von Chlorstickstoff zu hüten hat. Man kann das Chlorid auch erhalten, wenn man das mit Kali und Salpeter geglühte Iridium gut mit Wasser auswäscht, darauf mit Königswasser behandelt und bis zur Syrupsconsistenz abdunstet. Es setzt sich dann eine Portion Kaliumdoppelsalz ab, und, wenn man die concentrirte Lösung des Chlorids von dieser abgegossen hat, trocknet man sie ein, bis die überschüssige Säure verjagt ist. Sie gab, bei meinen Versuchen, keine Anzeigen von Krystallisation, sondern bildete eine schwarze, harte, gesprungene Masse, welche sich vom Glase ablösete, und eine starke Hitze ohne Zersetzung ertragen konnte. Es löste sich wiederum leicht in Wasser, mit derselben Farbe wie die Chloriddoppelsalze. Es löst sich auch in Alko-

hol, verwandelt sich aber dabei leicht in Sesquichlorür. Es hält das Wasser hartnäckig zurück, und giebt bei trockner Destillation zuerst Salzsäure, wobei Iridiumoxyd gebildet wird, und die Masse ihre Löslichkeit in Wasser verliert. In strengerer Hitze verliert es erst Chlor, reducirt sich dann anfänglich auf eine niedere Chlorverbindung und endlich auf Metall.

b) *Das Sesquichlorür und seine Doppelsalze.* Das Sesquichlorür wird erhalten, wenn man das mit Kali und Salpeter geglühte Iridium, nachdem es mit siedendem Wasser gut ausgelaugt ist, mit Salzsäure behandelt, die einen grofsen Theil der Masse mit schwarzbrauner Farbe löst. Die Lösung verdampft man zur Trockne, und zieht daraus das Sesquichlorür mit Alkohol aus, wobei eine Portion von dessen Doppelsalz mit Chlorkalium zurückbleibt. Diese Verbindung erhält man auch, wenn man das Iridium, entweder für sich oder gemengt mit Salpeter, in Chlorgas erhitzt, wobei ein dunkelbraunes Sublimat in eben nicht bedeutender Menge erhalten wird. In dieser Form ist es unlöslich in Wasser, was es auch wird, wenn man es für sich so stark erhitzt, als es ohne Zersetzung ertragen kann. Die Auflösung des Sesquichlorürs gleicht an Farbe der des Chlorids, bis auf eine Nüance, die sich nicht beschreiben läfst. Die erstere ist bei gleichem Gehalte von aufgelöstem Salze viel dunkler und zieht sich mehr in's Gelbbraune, doch kann man beide Lösungen schwerlich durch die Farbe mit einiger Sicherheit unterscheiden.

Das Doppelsalz des Sesquichlorürs mit Chlorkalium erhält man entweder, wenn man die Lösung des ersteren mit Chlorkalium versetzt, oder wenn man das Kalium-Chloridsalz mit feingeriebenem Iridium vermischt und bis zum Glühen in einer Glasretorte erhitzt. Die Masse schmilzt nicht. Wenn sie alsdann, zur Absonderung des ungelösten Iridiums, mit Wasser ausgelaugt, und die Lösung eingedampft wird, so schiefst zuerst etwas unzersetztes Chloridsalz an. Die Mutterlauge wird nun abge-

gossen und eingetrocknet, wobei sie, selbst bei der langsamsten freiwilligen Verdunstung, keine regelmäfsigen Krystalle giebt, sondern meist an den Kanten Vegetationen bildet. Das Salz ist nicht schwarz, wie das Chloridsalz, sondern dunkelgelbbraun. Zuweilen erhält man es mit einem Stich in's Blaue oder Grüne, was von etwas eingemengtem Chlorürsalz herrührt. Es ist fast unlöslich im Alkohol.

Ich habe die Zusammensetzung des Sesquichlorürs durch die Analyse dieses Doppelsalzes bestimmt, dessen concentrirte Lösung ich durch Alkohol fällte, um das Salz in fester Form rein zu erhalten, obgleich es nicht möglich ist, es frei von jeder Spur des Chlorür- oder Chlorid-Doppelsalzes zu erhalten. Hundert Theile dieses Salzes, die in einer Temperatur über $+100^{\circ}$ C., so lange bis sie nichts mehr verloren, getrocknet worden, gaben in zwei Versuchen:

Chlorkalium	32,20	31,8
Chlor	23,77	24,4
Iridium	44,03	43,8.

Vergleicht man den Chlorgehalt des Iridiums mit dem im Chlorkalium, so findet man, dafs er im ersten $1\frac{1}{2}$ Mal so viel beträgt, als im letzteren; denn in 32,2 Chlorkalium sind 15,25 Chlor und $15{,}25 \times 1\frac{1}{2} = 22{,}865$. Der Metallgehalt entspricht einem Atom Iridium. Diefs Salz besteht also aus: $K Cl^2 + Ir Cl^3$.

Das Doppelsalz des Sesquichlorürs mit Chlornatrium, welches auf einem ähnlichen Wege erhalten wird, schmilzt beim Glühen und löst sich leicht in Wasser und Alkohol; seine concentrirten Lösungen sehen aus wie ein Gemenge von venösem Blut und Wasser.

Mit Salmiak erhält man ein leichtlösliches Doppelsalz, wenn man die Auflösung des Sesquichlorürs mit ein wenig Salmiak versetzt. Es giebt eine verworrene Salzmasse von dunkelgelbbrauner Farbe.

c) Das Chlorür und seine Doppelsalze. Wenn man Iridium, so wie man es durch Reduction seiner Dop-

pelsalze mit Wasserstoffgas erhält, bei anfangender Glühhitze einem Strome von Chlorgas aussetzt, so absorbirt es das Chlor, schwillt auf, und verwandelt sich in ein leichtes, dunkel olivengrünes, stark abschmutzendes Pulver, wobei seine Gewichtszunahme dem Gewichte von zwei Atomen Chlor entspricht. Es hat sich folglich in Chlorür, $IrCl^2$, verwandelt.

Setzt man diefs Chlorür in einer Porcellanretorte einer starken Glühhitze aus, so zersetzt es sich; es geht Chlor in Gasform fort, und diesem folgend, sublimirt sich etwas Sesquichlorür und Chlorid. Enthält das Iridium etwas Osmium, so folgt dieses mit, obgleich nicht ganz vollständig. Der Rückstand ist metallisches Iridium.

Das auf diese Weise bereitete Iridiumchlorür ist unlöslich im Wasser. Salzsäure löst beim Kochen eine Spur davon auf und färbt sich dadurch grünlich. Königswasser verändert es nicht, und löst nur eine geringe Quantität von ihm auf. Indefs ist das Chlorür, auf andere Weise gebildet, nicht ganz unlöslich. Wenn man es mit kaustischem Kali zerlegt und alsdann mit Salzsäure im Ueberschufs behandelt, so wird das Chlorür wieder hergestellt und ein Theil davon in dem Ueberschusse der Säure gelöst. Die Farbe der Lösung ist ein Gemisch von Braun, Gelb und Grün. Wenn man die Lösung filtrirt und verdunstet, so wird sie bei einer gewissen Concentration gelb, und hernach läfst sie eine durchsichtige gelbe Masse auf dem Glase zurück. Der trockne, aber nicht stark erhitzte, Rückstand löst sich in einer geringen Menge warmen Wassers vollkommen und mit gelber Farbe auf; wenn man aber hernach die Lösung mit kaltem Wasser sehr verdünnt, so wird sie trübe und es schlägt sich der gröfste Theil des Chlorürs mit bräunlich grüner Farbe nieder, während die Flüssigkeit eine gelbgrüne Farbe behält. Diese Erscheinung scheint davon herzurühren, dafs das Chlorür sich chemisch mit dem Chlorwasserstoff vereinigt, und so die gelbe Verbindung

giebt, welche, ohne ihre Löslichkeit zu verlieren, eingetrocknet werden kann, von wenig Wasser gelöst, von vielem aber gefällt wird. Aehnliche Verbindungen des Chlorwasserstoffs mit den Chlorüren anderer Metalle sind schon sonst bekannt.

Mit Chlorkalium giebt es ein grünliches, strahliges, krystallisirendes Doppelsalz. Man erhält dieses, wenn man eine Auflösung des Sesquichlorür-Doppelsalzes mit Alkohol fällt und die bräunliche alkoholische Flüssigkeit destillirt, wobei ein Theil des Iridiums zu Metall reducirt wird und ein anderer Theil in Chlorür übergeht.

Auch mit Chlorammonium bildet es ein Doppelsalz. Wenn fein gepulvertes Kalium-Iridium-Chlorid mit kaustischem Ammoniak übergossen wird, so entsteht in einigen Augenblicken ein Brausen, wobei Stickgas entwickelt wird, die Flüssigkeit eine braune Farbe annimmt, und ein heller fast weifser Stoff ungelöst bleibt. Wird die Flüssigkeit, nachdem sie filtrirt ist, zur Trockne verdunstet und der Rückstand in ganz wenig Wasser gelöst, so bleibt noch eine Portion von dem weifsen oder hellgrauen Stoff ungelöst. Die Lösung ist gelblichbraun. Vermischt man sie mit Alkohol, so wird ein Salz gefällt, welches in der weingeistigen Flüssigkeit bräunlich aussieht, aber nach dem Trocknen graubraun aussieht. Es ist löslich im Wasser und besteht aus: $IrCl^2 + NH^4Cl^2$.

Der unlösliche Stoff, welchen das Ammoniak in dem vorhergehenden Versuch aus dem Kalium-Chloridsalz bildet, ist nach dem Trocknen hellgrau bis grün, und etwas löslich im Wasser, so dafs er sich beim Waschen vermindert; aus dem Waschwasser kann er durch Verdunstung unverändert wieder hergestellt werden. Erhitzt, schmilzt er etwas, schwillt auf, und zersetzt sich mit Hinterlassung von 56,5 Procent Iridium, von dem er folglich mehr als das vorhergehende Salz enthält. Das relative Verhältnifs seiner flüchtigen Bestandtheile habe ich nicht

untersucht, und ich kann daher nichts Gewisses über seine Zusammensetzung sagen.

d) *Doppelsalze des Sesquichlorids.* Wenn man bei der Zerlegung des Osmium-Iridiums die mit Königswasser behandelte Masse, welche Chlorkalium in Ueberschufs enthält, eintrocknet und alsdann hinter einander mit kleinen Portionen Wasser übergiefst, um das Chlorkalium aufzulösen, so ereignet es sich gewöhnlich, dafs die erste Portion nur schwach gefärbt, die nächste aber mehr oder weniger dunkelrosenroth wird, wie die Lösung eines Rhodiumsalzes. Wenn man diese abgiefst und dann wieder ganz wenig Wasser hinzusetzt, so kann man auf diese Weise zu mehreren Malen rosenrothe Lösungen erhalten, die man nun besonders sammelt. Sobald das Chlorid anfängt sich aufzulösen, zieht sich die Farbe vom Rothen in's Gelbe, und dann giefst man die Lösungen nicht mehr zu den früheren. Die rothe Flüssigkeit wird zur Trockne verdunstet, der Rückstand zu feinem Pulver gerieben, und mit Weingeist von 0,84 ausgelaugt, welcher das Chlorkalium auflöst und eine geringe Röthe von dem Iridiumsalze annimmt. Endlich bleibt ein braunes Salzpulver zurück, welches sich mit rosenrother Farbe in Wasser auflöst, und bei freiwilliger Verdunstung daraus in vierseitigen, braunen, durchsichtigen, rubinrothen Krystallen anschiefst, welche aus rhombischen Prismen mit zweiflächiger Zuspitzung bestehen.

Dieses Salz gleicht einem Rhodiumsalze so sehr, dafs es verzeihlich wäre es für ein solches zu halten; allein es hat eine ganz andere Zusammensetzung als das rothe Kalium-Rhodiumsalz, und enthält auch kein Rhodium. 100 Th. dieses Salzes, so lange erhitzt als noch eine Spur von Feuchtigkeit auftrat, wurden durch Wasserstoffgas zerlegt. Dadurch fanden sich in demselben: 24,17 Th. Chlor, 23,92 Th. Metall, und 51,91 Th. Chlorkalium. Bei Berechnung dieser Resultate findet man, dafs der

Chlorgehalt des Metallsalzes dem des Kaliumsalzes gleich ist. Dagegen ist der Metallgehalt nur $\frac{2}{3}$ von dem im Iridiumchloride, und nahe dem eines Rhodiumsalzes gleich, worin Kalium und Rhodium gleiche Mengen Chlor aufgenommen haben würden.

Um auszumitteln, ob das erhaltene Metall wohl Rhodium sey, schmolz ich es sehr lange mit saurem schwefelsauren Kali; allein diefs löste nicht das mindeste auf, gab aber ein schwarzblaues Oxyd. Diefs Iridiumoxyd wurde mit Wasserstoffgas reducirt, und mit Chlorkalium in Chlorgas erhitzt, wodurch aber kein rosenrothes, sondern das gewöhnliche dunkelbraune oder rothe Iridiumsalz erhalten wurde. Ich habe das rosenrothe Salz nicht nach Belieben hervorbringen können, nicht einmal, als ich die Auflösung des Chloridsalzes mit Chlor sättigte, oder mit Salzsäure und chlorsaurem Kali kochte und abdunstete. Diefs und der Umstand, dafs das rothe Salz bei den vorhergehenden Auflösungen und Abdunstungen ein grünes Pulver absetzte, welches nicht bei den Chloridsalzen geschieht, brachte mich auf die Vermuthung, dafs in diesem Salze ein anderes Metall als Iridium enthalten sey.

Dieser grüne ungelöste Stoff verhält sich indefs wie Iridiumchlorür, und ich habe bis jetzt keinen Grund, das Metall in diesem Salze für etwas anderes als für Iridium zu halten. Berechnet man die Zusammensetzung des Salzes, so findet man sie übereinstimmend mit der Annahme, dafs *ein* Atom Chlorkalium sich vereinigt habe mit *einem* Atome Chloriridium, in welchem das Metall mit 6 Atomen Chlor verbunden ist, wonach für dasselbe die Formel: $3 K Cl^2 + Ir Cl^6$ entsteht. Die berechnete Zusammensetzung verglichen mit der beobachteten giebt folgendes:

	Berechnet.	Beobachtet.
Chlorkalium	52,21	51,91
Chlor	24,78	24,17
Iridium	23,01	23,92.

Die

Die Abweichungen des analytischen Resultats rühren von der Unmöglichkeit her, dieſs Salz ganz frei vom Kalium-Iridium-Chlorid zu erhalten.

Dieſs Salz wird aus seiner Auflösung in Wasser durch Alkohol mit blaſs rosenrother Farbe gefällt; aber es bleibt viel von dem Salze in der weingeistigen Flüssigkeit zurück, welche man abdestilliren kann, ohne daſs das Salz dadurch auf eine niedere Chlorungsstufe gebracht wird. Man kann mit Schwefelwasserstoffgas die übrigen Chlorsalze des Iridiums niederschlagen, während dieses in der Flüssigkeit bleibt. Aus diesem Grunde geht eine durch Schwefelwasserstoffgas gefällte Iridiumlösung rosenroth durch's Filtrum. Wenn indeſs die Flüssigkeit vollkommen mit Schwefelwasserstoffgas gesättigt, und, in einer zugepfropften Flasche, bei +60° C. in Digestion gestellt wird, so zersetzt sich allmählig auch dieses Salz zum gröſsten Theile, obgleich immer ein Theil übrig bleibt, der sich auf diese Weise nicht ausfällen läſst.

Oxyde und Sauerstoffsalze des Iridiums.

Das Iridium hat eine groſse Verwandtschaft zum Sauerstoff; es nimmt denselben beim Glühen auf und behält ihn in voller Glühhitze, wird aber, wie das Nikkel, bei einer noch höheren Temperatur ohne Zusatz reducirt. Jeder seiner Chlorverbindungen entspricht ein Oxyd, und jedes dieser Oxyde vereinigt sich mit Säuren zu Salzen. Dieſs macht viele Schwierigkeit in der Benennung derselben, da unsere Nomenclatur nur für zwei Salzbasen berechnet ist. Bis weiteres werde ich für diese Oxyde dieselbe Benennungsweise gebrauchen, welche ich bei den Chlorverbindungen angewandt habe. Diese Oxyde sind: *Oxydul*, $\dot{Ir}$, *Sesquioxydul*, $\dddot{\overline{Ir}}$, *Oxyd*, $\ddot{Ir}$, und *Sesquioxyd*, $\dddot{Ir}$. Die Zusammensetzung derselben ist dadurch bestimmt, daſs sie aus der Zersetzung der Chlorverbindungen durch Alkali entstehen.

a) *Oxydul.* Wenn das auf trocknem Wege bereitete Chlorür mit einer etwas concentrirten Lauge von kaustischem Kali gekocht wird, so scheidet sich das Oxydul in Form eines schweren schwarzen Pulvers ab, welches beim Kochen mit Säuren, obgleich diese dabei einen Stich in's Grüne bekommen, höchst unbedeutend angegriffen wird. Die Lauge, mit welcher das Chlorür gekocht wird, färbt sich allmählig purpurroth und endlich tief dunkelblau; diefs scheint von einer höheren Oxydation des aufgelösten Oxyduls herzurühren. Die Quantität, welche hiebei vom Alkali gelöst wird, ist sehr gering.

Wenn ein lösliches Chlorürdoppelsalz mit kohlensaurem Kali gefällt wird, so bekommt man einen graugrünen voluminösen Niederschlag, welcher das Hydrat des Oxyduls ist. Am leichtesten erhält man diefs, wenn man die Auflösung des Natrium-Iridium-Sesquichlorürs mit Chlorkalium vermischt und abdunstet, wobei sich Kalium-Iridium-Chlorid absetzt, und Chlorürsalz in der Flüssigkeit zurückbleibt, welches nun durch gelinde Digestion mit kohlensaurem Kali niedergeschlagen wird. Man mufs hiebei das kohlensaure Kali so wenig als möglich im Ueberschufs zusetzen, weil das Oxydul davon mit grüngelber Farbe aufgelöst wird.

Dieses Hydrat wird in der Wärme von Säuren zu schmutzig grünen Oxydulsalzen gelöst. Die Lösung in Salpetersäure, sich selbst überlassen, nimmt allmählig eine schöne Purpurfarbe an; wenn sie aber bei gelinder Wärme eingetrocknet, und dann wieder aufgelöst wird, so ist sie schön grün gelb wie zuvor. Ich habe keine Versuche über die einzelnen Oxydulsalze angestellt, sondern mich nur begnügt ihr Daseyn nachzuweisen.

b) *Sesquioxydul.* Diefs bildet sich vorzugsweise, sowohl auf trocknem wie auf nassem Wege. Auf trocknem Wege erhält man es, wenn man Kalium-Iridium-Chloridsalz mit einer gleichen Gewichtsmenge kohlensauren Kali's oder Natrons gut mischt, und in einem be-

deckten Gefäſse erhitzt, bis die Masse anfängt am Boden gelinde zu glühen. Erhitzt man das Gemenge bedeutend darüber, so treibt das Oxyd die Kohlensäure aus und verbindet sich mit dem Alkali, wodurch man dann mit Wasser eine gelbe oxydhaltige Auflösung bekommt. Bei mäſsiger Hitze ist dagegen die Auflösung des Alkali's farblos und frei von aufgelöstem Iridium.

Wenn man die Salzmasse in siedendem Wasser löst und filtrirt, so bleibt auf dem Filtrum ein zartes schwarzblaues Pulver, welches, nachdem die Salzlösung durchgegangen ist, eine groſse Neigung hat mit dem reinen Waschwasser durch das Papier zu gehen und eine graublaue trübe Flüssigkeit zu bilden, welche sich setzt, wenn sie in das salzhaltige Wasser fällt. Man wäscht daher dieſs Oxyd mit einer Lösung von Salmiak, und raucht hernach den etwa darin gebliebenen Salmiak fort.

In diesem Zustande ist das Sesquioxydul unlöslich in Säuren; sogar durch Schmelzen mit saurem schwefelsaurem Kali, worin sich fein zertheiltes Iridium bis zu dieser Stufe oxydirt, wird es nicht gelöst. Vom Wasserstoffgas wird es ohne Mitwirkung von äuſserer Wärme zerlegt; es erhitzt sich mit ihm und wird zu Metall reducirt, ein Umstand, welcher davon herzurühren scheint, daſs es, wie das Metall, die Eigenschaft hat, Wasserstoffgas und Sauerstoffgas zu Wasser zu vereinigen. Mit brennbaren Körpern gemischt und erhitzt, wird es unter lebhafter Detonation zersetzt. Ich bin überzeugt, daſs dieses Oxyd von den Chemikern, welche mit dem Iridium gearbeitet haben, für regulinisches Metall in fein zertheiltem Zustande gehalten worden ist.

Die Zusammensetzung dieses Oxydes habe ich auf die Weise bestimmt, welche schon beim Rhodium und Palladium von mir angewandt ist, hier beim Iridium aber weit übereinstimmendere Resultate liefert. Diese Methode besteht darin, daſs man das Gemenge von Kohlensäuregas und Sauerstoffgas, welches sich beim Glühen

von Kalium-Iridium-Chlorid mit kohlensaurem Natron entwickelt, auffängt und analysirt. Die gesammelte Gasmenge wurde in vier graduirten Eprouvetten aufgefangen. Nach Absorption der Kohlensäure durch kaustisches Kali, betrug der Rückstand, in der ersten: 0,114, in der zweiten: 0,12, in der dritten: 0,11, und in der vierten: 0,112. Wenn man voraussetzt, dafs der Sauerstoff, welchen das Alkali neben der Kohlensäure verliert, sich zu dem, welchen das Metall dabei aufnimmt, verhält =4:3, so mufs das Gasgemenge, welches man erhält, bestehen aus: 88,89 Th. Kohlensäuregas und 11,11 Th. Sauerstoffgas. Da hiemit das Resultat des Versuches übereinstimmt, so folgt daraus, dafs das Sesquioxyd besteht aus *zwei* Atomen Radical und *drei* Atomen Sauerstoff.

Wenn das Sesquichlorür mit einem Alkali gefällt wird, so entsteht ein dunkelbrauner Niederschlag, welcher das Hydrat vom Sesquioxydul ist. Es geschieht indefs zuweilen, dafs, selbst nach einer Digestion, kein Niederschlag entsteht; worauf dieses beruht, ist mir unbekannt. Der Niederschlag enthält immer Alkali, welches nicht ausgewaschen werden kann; wenn man ihn mit Ammoniak erhalten hat, so detonirt er schwach bei Erhitzung und reducirt sich. Er löst sich in Säuren mit brauner oder schmutzig purpurrother Farbe, und giebt eigenthümliche Sauerstoffsalze, deren Auflösungen einem Gemenge von venösem Blute mit Wasser gleichen.

Diefs Oxyd wird auch gebildet, wenn man Iridium mit Alkali und Salpeter glüht; doch ist die Gegenwart des letzteren unnöthig, wenn die Luft freien Zutritt hat. Die geschmolzene Verbindung ist dunkel gelbbraun, und löst sich im Wasser mit einer schönen tief braungelben Farbe. Die Lösung hat einen eben so lockeren Bestand, wie die des mangansauren Kali's, und setzt bei unbedeutenden reducirenden Ursachen Oxydul ab, um so mehr, je verdünnter die Flüssigkeit ist.

Die feste Verbindung von Kali und Iridium-Sesqui-

oxydul enthält von dem letzteren mehr, als mit in Auflösung folgen kann, und deshalb wird sie vom Wasser zersetzt, welches Sesquioxydul verbunden mit weniger Kali ungelöst läfst. Dieser ungelöste, aus der Verbindung mit Alkali abgeschiedene Theil, löst sich in Säuren.

Ein anderer Theil von dem mit Alkali Geglühten ist ganz unlöslich, und besteht theils in Iridium, welches nicht oxydirt wurde, theils in Oxydul, zu dessen Verbindung mit Alkali es entweder an hinreichendem Alkali oder an hinreichend hoher Temperatur fehlte. Deshalb löst sich auch weit mehr Iridium mit Salpeter in einer Porcellanretorte, als mit kaustischem Kali in einem Silbertiegel, weil man bei der ersteren eine weit stärkere Hitze geben kann.

Schmilzt man Iridiumoxyd in einem Platintiegel mit kohlensaurem Kali bei einer sehr hohen Temperatur zusammen, so verbindet sich das Oxyd mit dem Alkali zu einer gelben oder brandgelben Salzmasse, welche, wie sich nach dem Erkalten beim Herausnehmen aus dem Tiegel zeigt, dessen Politur nicht im Mindesten angegriffen hat. Wenn man aber Wasser auf das Salz giefst und damit erhitzt, so setzt sich auf das Platin eine dunkle Oxydhaut von grünbrauner Farbe ab, nicht unähnlich einem dicken Beschlage von Schwefel auf Silber. Dasselbe geschieht auch in einem Silbertiegel. Auf gleiche Weise werden auch die Platintiegel etwas fleckig, wenn man Iridium mit saurem schwefelsauren Kali in ihnen schmilzt.

Ich habe nicht bemerken können, dafs sich, bei Auflösung des durch Glühen mit Alkali erhaltenen Oxydes in Salzsäure, eine Portion Chloridsalz bilde, und daraus schliefse ich, dafs das Sesquioxydul die höchste Oxydationsstufe des Iridiums ist, welche auf trocknem Wege entstehen kann.

c) Oxyd. Ich habe dasselbe nicht isoliren können. Es ist so vollkommen löslich in kaustischen und kohlen-

sauren Alkalien, dafs keine Portion davon gefällt wird, wie viel oder wenig auch hinzugesetzt ist, weder in der Kälte noch bei Digestion. Wenn man das Kalium-Chloridsalz mit einer Lösung von kohlensaurem Kali oder Natron siedet, so erhält man unter Aufbrausen einen schwarzen Niederschlag; aber dieser besitzt nach dem Auswaschen alle Eigenschaften des Sesquioxyduls, und giebt bei Behandlung mit Salzsäure eine dunkelbraune Auflösung, aus welcher man kein Kalium-Chloridsalz bekommt. Man könnte, um das Verhalten der Alkalien zu dem Chloride zu erklären, meinen, dafs sie es deshalb nicht zerlegen, weil dieses Oxyd nicht existire; dafs aber diese Erklärung unrichtig ist, ersieht man daraus, dafs das Schwefeliridium, aus dem Chlorid mit Schwefelwasserstoff dargestellt, mit gröfster Leichtigkeit von Salpetersäure zu schwefelsaurem Iridiumoxyd gelöst wird, welches sich zu den Alkalien ganz auf dieselbe Weise verhält.

Wenn man dieses schwefelsaure Salz mit Chlorbarium vermischt, so wird eine sehr feste Verbindung des Oxydes mit dem schwefelsauren Baryt gefällt; und wenn man das Chloridsalz mit salpetersaurem Quecksilberoxydul versetzt, so wird von einer geringen Menge des Oxydulsalzes eine gelbbraune, flockige Masse gefällt, welche ein basisches Chloridsalz (eine Verbindung von Chlorid mit Oxyd) ist, wobei Quecksilberchlorid in der Flüssigkeit aufgelöst bleibt. Setzt man noch mehr Oxydulsalz hinzu, so fällt ein hellgelbes Gemenge von Quecksilberchlorür und dem basischen Salze nieder. Digerirt man diesen Niederschlag mit der Flüssigkeit, so bekommt man, je nach den Umständen, Quecksilberchlorid oder Quecksilberchlorür und Iridiumchlorür, und die Farbe des Niederschlags wird graugrün.

d) *Sesquioxyd.* Diefs erhält man, wenn man das (von Ammoniak freie) rosenrothe Kalium-Iridiumsalz mit *kohlensaurem* Kali oder Natron vermischt. Es wird da-

bei ganz unbedeutend getrübt; wenn man es aber in Digestion stellt, so wird ein gelatinöses Hydrat gefällt, welches, auf ein Filtrum gebracht, braungelb oder grünlich ist, und dem Oxydhydrat, welches man unter gleichen Umständen aus den Rhodiumsalzen bekommt, in dem Maafse gleicht, dafs man es im Aeufseren nicht davon unterscheiden kann. Das Durchgehende ist von diesem Oxyde gelb gefärbt, da ein Theil desselben mit dieser Farbe von dem Alkali gelöst wird. Behandelt man das gewaschene Hydrat mit Salzsäure, so löst es sich, wie Rhodiumoxydhydrat, mit gelber Farbe auf, und erst bei anfangender Eintrocknung wird es roth. Das Salz, welches man dann erhält, ist regenirtes Doppelsalz, aus welchem Alkohol keine Spur von isolirtem Sesquichlorid zieht. Diefs beweist, dafs das Oxydhydrat eine Verbindung von Oxyd mit Kali ist. Erhitzt man das trockne Hydrat im Destillationsgefäfse, so wird es unter einer fast augenblicklichen Decrepitation zersetzt, wodurch es zur Retorte hinausgeworfen wird, wie das Hydrat des Palladiumoxyds. Da das Sesquichlorid *ein* Atom Metall mit *sechs* Atomen Chlor enthält, so besteht dieses Sesquioxyd aus *einem* Atome Metalle und *drei* Atomen Sauerstoff.

Tennant und Vauquelin haben, als besonders characteristisch für das Iridium, ein blaues Oxyd beschrieben, welches sich in Säuren und Alkalien mit blauer Farbe löse. Diefs Oxyd ist auch wirklich vorhanden; da es aber weniger Sauerstoff als das Sesquioxydul und mehr als das Oxydul enthält, so gehört es zu den Verbindungen, von denen wir Beispiele beim Eisen, Mangan, Wolfram und Molybdän kennen, und von welchen die meisten auch dieselbe gesättigte blaue Farbe besitzen. Ich habe diefs blaue Iridiumoxyd nicht so vollständig isoliren können, als zu einer Analyse desselben erforderlich gewesen wäre; denn es enthält gewöhnlich immer Alkali, besonders Ammoniak, womit es eine Art von detonirender Verbindung eingeht, welche indefs nicht explodirt,

sondern blofs decrepitirt. Man erhält es zuweilen, wenn man Iridium in einem bedeckten Gefäfse mit Kalihydrat behandelt, zuweilen, wenn man das Natrium-Chloridsalz mit Iridium zusammenschmilzt und die Lösung mit kaustischem Ammoniak fällt. Die sicherste Weise, es darzustellen, besteht darin, dafs man die Auflösung eines Chlorid-Doppelsalzes mit kaustischem Ammoniak in Ueberschufs versetzt und die Mischung abdampft, bis sie nur wenig mehr nach Ammoniak riecht. Sie wird dabei allmählig blau, und endlich schlägt sich das blaue Oxyd nieder. Verdunstet man die Flüssigkeit zur Trockne, so verschwindet es wieder. Das gefällte Oxyd bringt man auf ein Filtrum. Zuweilen ist das Durchgehende ganz farblos, zuweilen löst sich das Oxyd in dem Waschwasser, und theilt diesem eine blafs blaue Farbe mit. Diefs Verhalten gleicht völlig dem der blauen Oxyde des Wolframs und Molybdäns.

Die Iridiumlösungen kann man mit allen Regenbogenfarben erhalten, ohne dafs diefs von fremden Einmengungen herrührte. Sie sind rosenroth vom Sesquichlorid, dunkelroth, brandgelb oder gelb, je nach der Verdünnung, vom Chlorid und Sesquichlorür, grün, wenn diese beiden mit dem blauen Oxyd gemengt sind, und endlich blau oder purpurfarben, wenn sie, wie es scheint, eine Verbindung vom Sesquichlorür oder Sesquioxydul mit noch mehr Chlorür oder Oxydul, als im blauen Oxyde ist, enthalten. Die schmutzig grüne Farbe gehört dem Chlorüre an.

Vauquelin und Tennant haben gefunden, dafs die Iridiumlösungen ihre Farbe durch schweflige Säure, durch Eisenoxydulsalze und durch Ammoniak verlieren. Diefs ist aber nur der Fall, wenn sie sehr verdünnt sind, sonst bleiben sie gelbgrün. Diese Reductionen gehen niemals weiter als bis zum Chlorür; denn wenn man die Auflösung eines Chlorürsalzes mit diesen Reagenzien vermischt, bleibt die Farbe desselben ganz unverändert. Die

Vermuthung, dafs das Iridium in seiner niedrigsten Verbindungsstufe mit Chlor oder Sauerstoff farblose Verbindungen hervorbringe, ist also ungegründet.

Schwefeliridium.

Das Iridium scheint sich mit dem Schwefel in eben so vielen Verhältnissen als mit dem Sauerstoff zu verbinden, da seine Chlorverbindungen sich sämmtlich durch Schwefelwasserstoffgas zersetzen lassen. Diese Niederschläge sind dunkelbraun oder fast schwarz, und gleichen völlig denen, welche man vom Platin, Palladium und Rhodium bekommt. Sie werden beim Trocknen nicht sauer, wie das Schwefelplatin, geben aber, bei Erhitzung in einem Destillationsgefäfse, anfangs schweflige Säure, zum Beweise, dafs beim Trocknen eine Oxydation angefangen hat. Schwefeliridium löst sich leichter in Schwefelkalium und in wasserstoffgeschwefelten Salzen als Schwefelplatin. Aus einer solchen Auflösung mit einer Säure gefällt, is es bis zu einem gewissen Grade mit rothbrauner Farbe löslich in Wasser, so dafs das Waschwasser, nachdem die Säure durchgegangen ist, stark gefärbt wird. Ein grofser Ueberschufs an Säure hindert die Löslichkeit desselben, und daher scheidet sich beim Verdunsten der Flüssigkeit, in dem Maafse als die Säure concentrirter wird, das Aufgelöste wieder ab, obgleich nicht Alles gefällt wird. Durch den geringsten Gehalt von Salpetersäure in der Flüssigkeit wird es, beim Verdunsten, zu schwefelsaurem Iridiumoxyd oxydirt.

Die höheren Schwefelungsstufen lösen sich in kalter Salpetersäure mit grofser Leichtigkeit und ohne Rückstand. War das Schwefelmetall in Ueberschufs zugegen, so entsteht Oxydul- oder Sesquioxydulsalz, und die Lösung wird grünbraun oder rothbraun. Bei Ueberschufs von Säure, und besonders bei Anwendung von Wärme, erhält man schwefelsaures Iridiumoxyd, und die Flüssigkeit wird rein hell brandgelb. Ist die Säure concentrirt,

so geschieht es, wie beim Schwefelrhodium, dafs viel von dem neugebildeten schwefelsaurem Salze in der Säure ungelöst bleibt, dafs es aber sich auflöst, wenn man die Säure abgiefst oder Wasser hinzusetzt.

Ist das Schwefeliridium mit Schwefelplatin gemengt, so kann man das meiste Iridium, vereinigt mit ein wenig Platin, mit Salpetersäure ausziehen, da das Schwefelplatin gröfstentheils ungelöst bleibt, so lange man nicht Wärme anwendet.

Wenn man Schwefeliridium destillirt, so gehen Wasser, schweflige Säure und später Schwefel fort, während ein graues, dem Schwefelblei ähnliches, Schwefeliridium zurückbleibt, welches durch blofse Erhitzung nicht zerlegt werden kann. Diefs löst sich nicht mehr in Salpetersäure und ganz unbedeutend in Königswasser, welches indefs allmählig auf dasselbe einwirkt, und sich schwach, aber schön grün färbt. Diese Schwefelungsstufe scheint also *Ir S* zu seyn, und giebt mit Königswasser schwefelsaures Oxydul, von welchem die grüne Farbe herrührt.

Röstet man dieses Schwefelmetall, so geht viele schweflige Säure fort und die Masse wird dunkelbraun. Sie verwandelt sich dabei in ein basisches schwefelsaures Salz, welches durch Glühen nicht zersetzt wird.

(Schlufs im nächsten Hefte.)

VIII. *Ueber die Natur der Kohlenstickstoffsäure; von F. Wöhler.*

Durch die merkwürdigen Resultate, welche Hr. Liebig bei seinen Untersuchungen über die Kohlenstickstoffsäure erhalten hat, ist die Aufmerksamkeit der Chemiker von Neuem auf diese Substanz gelenkt worden. Die *frühere* Ansicht von der Natur derselben war bekannt-

lich, dafs man sie für eine Verbindung von Salpetersäure mit einem organischen Stoff hielt, wozu natürlicherweise ihre Eigenschaft, in Verbindung mit Kali, beim Erhitzen, und selbst durch einen Schlag stark zu explodiren, Veranlassung gab. Auch versäumte es Liebig bei seinen Versuchen nicht, einen Gehalt von Salpetersäure darin aufzusuchen, ohne dafs ihm aber die Auffindung derselben glückte, weshalb er annehmen zu müssen glaubte, dafs diese Säure keine Salpetersäure enthalte, sondern so zusammengesetzt sey, wie er es durch die Benennung derselben andeutete.

Als ich mir kürzlich diese Säure und ihre Salze, um sie kennen zu lernen, bereitet und mich selbst von der Heftigkeit überzeugt hatte, mit der diese Salze beim Erhitzen explodiren, konnte ich mir nicht wohl vorstellen, dafs diese Eigenschaft einer Substanz zukommen solle, die nach der Art der organischen Körper zusammengesetzt wäre, und als ich fand, dafs diese Säure sowohl mit Phosphor als mit Kalium bei gelindem Erwärmen eben so heftig, wie ein salpetersaures Salz verbrannte, schien es mir noch viel wahrscheinlicher zu werden, dafs sie einen Theil ihres Stickstoffs und Sauerstoffs als Salpetersäure enthalten müsse. Auch äufsert diese Meinung Berzelius in dem so eben erscheinenden III. Theil seines Lehrbuchs; und dadurch wurde ich um so mehr bestimmt, einige Versuche anzustellen, wodurch sich die Gegenwart der Salpetersäure in der Kohlenstickstoffsäure nachweisen liefse.

Wenn man sich diese Säure als eine Verbindung von Salpetersäure mit einer organischen Substanz vorstellt, so müfste die Salpetersäure, wenn sie auch nicht direct zu entdecken wäre, wahrscheinlicherweise frei werden, wenn man den damit verbundenen Körper bei einer Temperatur oxydirte oder zerstörte, die zur Zerstörung einer organischen Substanz für sich, ohne Oxydation, bei weitem nicht hinreichend wäre. Eine solche Zerstörung

läfst sich durch Behandlung mit einem Superoxyd und Schwefelsäure bewirken.

Ich vermischte daher Kohlenstickstoffsäure, die nach der von Liebig gegebenen Vorschrift in reinem Zustand dargestellt war, in einer Retorte mit Braunsteinpulver und Schwefelsäure. Bei Anwendung einer gelinden Wärme fand bald eine heftige, mit starker Erhitzung begleitete Einwirkung statt, und die ganze Retorte erfüllte sich mit einem rothgelben Dampf, der schon an seinem Geruch als salpetrichte Säure zu erkennen war. Bei einem zweiten, in gröfserem Maafsstabe angestellten Versuche wurde eine Kaliauflösung vorgeschlagen, welche sowohl den salpetrichtsauren Dampf, als auch die tropfenweise überdestillirende Salpetersäure aufnahm, und auf diese Weise wurden wohl characterisirte Krystalle von Salpeter erhalten.

Dieser Versuch ist, wie mir scheint, hinreichend, um die Gegenwart der Salpetersäure in der Kohlenstickstoffsäure zu beweisen. Um indessen dem Einwurf zu begegnen, als sey hierbei die erhaltene Salpetersäure aus den Elementen der angewandten Substanzen erst erzeugt worden, was aber immer ein merkwürdiges Beispiel von Salpetersäure-Bildung wäre, versuchte ich noch, die Säure durch starke Basen zu zerstören und die Salpetersäure auf ähnliche Weise auszuziehen, wie diefs bei den säurehaltigen Aetherarten geschieht, in denen die mit dem Aether verbundenen Säuren ebenfalls ihre gewöhnlichen Reactionen verloren haben.

Kohlenstickstoffsaures Kali wurde mit einer concentrirten Auflösung von kaustischem Kali gekocht, wodurch es zerstört wurde und sich eine undurchsichtige braune Auflösung bildete. Sie wurde mit Weingeist gekocht, und diese Auflösung von der unteren, damit nicht mischbaren Schicht abgegossen. Beim Verdampfen blieb eine gelbe, mit nadelförmigen Krystallen gemengte Salzmasse zurück, die, nach der Methode von Liebig, mit Schwefelsäure und Indigauflösung vermischt und erwärmt, die Entfär-

bung der letzteren sehr bald bewirkte, also Salpetersäure enthielt. — Da ich bei Anwendung von Baryterde das salpetersaure Salz besser isoliren zu können glaubte, so kochte ich Kohlenstickstoffsäure mit Wasser und einem grofsen Ueberschufs von Barythydrat. Die anfangs orangerothe, breiige Masse wurde zuletzt bräunlichgelb, und wurde nach dem völligen Eintrocknen noch einmal mit Wasser übergossen und von Neuem eingetrocknet, wobei sich sehr viel Ammoniak entwickelte. Sie wurde dann mit Wasser ausgekocht, wodurch sich eine schwach gelbliche Auflösung bildete, die keinen kohlenstickstoffsauren Baryt, aber viel freie Baryterde enthielt, die durch Kohlensäuregas ausgefällt wurde. Hierbei nahm sie einen ganz starken Geruch nach Blausäure an. Nach dem Filtriren und Abdampfen wurde ein gelbliches, unkrystallisirtes, auflösliches Barytsalz erhalten, welches beim Erhitzen, wegen Einmengung von organischer Substanz, wie Pulver abbrannte, obgleich es keine Kohlenstickstoffsäure enthielt, welches mit concentrirter Schwefelsäure deutlich Salpetersäure entwickelte, und welches Gemische eine ziemlich intensiv blaue Indigauflösung leicht entfärbte. — Die mit Wasser ausgekochte, unlösliche Barytmasse enthielt keine Kohlenstickstoffsäure mehr, dagegen aber viel Cyanbaryum, und entwickelte daher beim Auflösen in Salzsäure Blausäure.

Endlich kann ich zu diesen Beweisen für den Salpetersäuregehalt der Kohlenstickstoffsäure noch den Umstand hinzufügen, dafs man durch Chlor mit Indigo keine Kohlenstickstoffsäure erhält, was gewifs der Fall seyn würde, wenn sie nicht Salpetersäure in ihre Zusammensetzung aufnähme.

Diese Versuche beweisen freilich nicht, dafs es gerade Salpetersäure sey, welche die Ursache der explodirenden Eigenschaft der Kohlenstickstoffsäure ist; es könnte diefs auch salpetrichte Säure oder vielleicht selbst nur Stickstoffoxyd seyn. Auch lehren sie den Körper nicht

kennen, der mit der Salpetersäure die Kohlenstickstoffsäure bildet; aber diefs zu entscheiden war nicht meine Absicht. Indessen will ich noch einige in dieser Hinsicht angestellte Versuche angeben, die zwar hierüber keinen Aufschlufs geben, die aber doch eine eigenthümliche Veränderung der Kohlenstickstoffsäure kennen lehren.

Wenn man nämlich diese Säure auf eine ähnliche Weise, wie man bei der Reduction des Indigo's verfährt, mit Eisenvitriol und einem Alkali behandelt, so wird sie in eine tief blutrothe Substanz umgeändert. Man nimmt hierzu am besten mit Wasser angerührtes Baryt- oder Kalkerdehydrat, und vermischt damit ein gepulvertes Gemenge von Eisenvitriol und Kohlenstickstoffsäure, so dafs aber ein Ueberschufs von alkalischer Erde vorhanden ist. Die Masse nimmt bald eine braunrothe Farbe an, und durch Erwärmen wird diese Einwirkung noch befördert. Das breiige Gemenge von Eisenoxydhydrat, schwefelsaurer Baryt- oder Kalkerde und überschüssiger Erde wird abfiltrirt; die ablaufende Flüssigkeit ist intensiv blutroth gefärbt; die darin aufgelöste überschüssige Erde schlägt man durch Kohlensäuregas nieder. Beim Abdampfen der rothen Auflösung bleibt eine schwarzbraune, unkrystallisirte Materie zurück, welche, wenn die Reduction mit Baryterde geschah, ein metallisch-grünliches Ansehen hat. Diese Substanz löst sich wieder leicht und mit blutrother Farbe in Wasser auf; sie ist eine Verbindung der Erde mit der, wenn man sie so nennen darf, reducirten Kohlenstickstoffsäure. Beim Erhitzen brennt diese Substanz, unter Entwickelung von blausaurem Ammoniak, wie Pulver ab, und die dabei zurückbleibende, voluminöse Kohle hinterläfst beim Verbrennen kohlensaure Baryt- oder Kalkerde.

Die mit der Base verbundene Substanz läfst sich von der Base trennen und isolirt darstellen. Wenn man die rothe Auflösung der Barytverbindung mit aufgelöstem

Bleizucker vermischt, so entsteht ein dicker, lebhaft brauner Niederschlag, dessen vollständigere Ausfällung noch durch Zusatz von Ammoniak bewirkt werden kann. Nach dem Auswaschen und Trocknen sieht diese Bleiverbindung wie braunes Bleisuperoxyd aus. Im Wasser ist es mit dunkelgelber Farbe etwas auflöslich. Beim Erhitzen verpufft es so heftig wie das Kalk- oder Barytsalz. Es wurde mit Wasser vermischt und durch Schwefelwasserstoffgas zersetzt. Hiedurch entstand eine tief gelbe Auflösung. Beim Abdampfen bis zu einer gewissen Concentration setzte sich daraus eine braune Substanz in krystallinischen Körnern ab. Sie war also die durch das Eisenoxydul reducirte Kohlenstickstoffsäure. In Wasser ist sie mit gelber Farbe, aber ziemlich schwer auflöslich, weshalb auch das Schwefelblei bei ihrer Abscheidung mehrere Male mit Wasser ausgekocht werden mufs. Sie ist fast ohne Geschmack. Bei der trocknen Destillation schmilzt sie und zeigt eine Art von Verpuffung, doch ohne Feuer, und dabei entwickelt sich eine grofse Menge blausaures Ammoniak. Die zurückbleibende glänzende Kohle verbrennt ohne Rückstand.

Mit der Auflösung eines Alkali's übergossen, löst sich dieser Körper mit einer schönen, sehr intensiven blutrothen Farbe auf. Hält man ein mit der Auflösung desselben benetztes Papier über Ammoniak, so wird es, selbst in ziemlicher Entfernung davon, eben so blutroth, wie mit Schwefelblausäure und Eisenoxydsalzen. Löst man die braune Substanz in Ammoniak auf und dampft ab, so erhält man eine dunkelbraune Masse mit Spuren von Krystallisation, woraus Kali Ammoniak entwickelt, und aus deren concentrirter Auflösung Salzsäure den mit dem Ammoniak verbundenen Körper wieder pulverförmig niederschlägt. Beim Erhitzen verpufft dieses Ammoniaksalz mit Feuer, unter Entwickelung von sehr viel blausaurem Ammoniak. — Diese blutrothen Verbindungen der reducirten Koh-

läfst sich durch Behandlung mit einem Superoxyd und Schwefelsäure bewirken.

Ich vermischte daher Kohlenstickstoffsäure, die nach der von Liebig gegebenen Vorschrift in reinem Zustand dargestellt war, in einer Retorte mit Braunsteinpulver und Schwefelsäure. Bei Anwendung einer gelinden Wärme fand bald eine heftige, mit starker Erhitzung begleitete Einwirkung statt, und die ganze Retorte erfüllte sich mit einem rothgelben Dampf, der schon an seinem Geruch als salpetrichte Säure zu erkennen war. Bei einem zweiten, in gröfserem Maafsstabe angestellten Versuche wurde eine Kaliauflösung vorgeschlagen, welche sowohl den salpetrichtsauren Dampf, als auch die tropfenweise überdestillirende Salpetersäure aufnahm, und auf diese Weise wurden wohl characterisirte Krystalle von Salpeter erhalten.

Dieser Versuch ist, wie mir scheint, hinreichend, um die Gegenwart der Salpetersäure in der Kohlenstickstoffsäure zu beweisen. Um indessen dem Einwurf zu begegnen, als sey hierbei die erhaltene Salpetersäure aus den Elementen der angewandten Substanzen erst erzeugt worden, was aber immer ein merkwürdiges Beispiel von Salpetersäure-Bildung wäre, versuchte ich noch, die Säure durch starke Basen zu zerstören und die Salpetersäure auf ähnliche Weise auszuziehen, wie diefs bei den säurehaltigen Aetherarten geschieht, in denen die mit dem Aether verbundenen Säuren ebenfalls ihre gewöhnlichen Reactionen verloren haben.

Kohlenstickstoffsaures Kali wurde mit einer concentrirten Auflösung von kaustischem Kali gekocht, wodurch es zerstört wurde und sich eine undurchsichtige braune Auflösung bildete. Sie wurde mit Weingeist gekocht, und diese Auflösung von der unteren, damit nicht mischbaren Schicht abgegossen. Beim Verdampfen blieb eine gelbe, mit nadelförmigen Krystallen gemengte Salzmasse zurück, die, nach der Methode von Liebig, mit Schwefelsäure und Indigauflösung vermischt und erwärmt, die Entfär-

Das nachfolgende höchst einfache Verfahren umgeht die angegebenen Schwierigkeiten, und führt auf eine sehr leichte Weise zum Ziel.

Die durch das Aussüſsen des geglühten Gemenges vom Chromeisensteinpulver und Salpeter gewonnenen Laugen, die oft dunkel smaragdgrün gefärbt sind, werden in einen reinen eisernen Kessel sehr stark eingekocht, nach dem Abkühlen in groſse gläserne Gefäſse gegossen, und durch Abgieſsen und Filtriren vom Bodensatz abgeklärt, dieser ausgesüſst und fortgeworfen.

Die klaren, gelben Laugen enthalten auſser chromsaurem Kali noch unzersetzten Salpeter und eine bedeutende Menge freien Kalis.

Man kocht diese Lauge in einem reinen eisernen Kessel mit hinzugesetzten Schwefelblumen so lange, bis sich der entstandene Niederschlag von grünem Chromoxydul nicht vermehrt. Man prüft zu dem Ende die über dem Niederschlag sich klärende Lauge, durch Kochen mit einer neuen Quantität Schwefelblumen, ob solche beim Einsieden noch einen grünen Niederschlag fallen lassen. Ist dieſs nicht mehr der Fall, so wird der grüne Niederschlag mit destillirtem Wasser hinreichend ausgesüſst, hierauf in verdünnter Schwefelsäure in der Wärme aufgelöst, die Auflösung mit Wasser verdünnt, vom rückständigen Schwefel getrennt, und die ganz klare grüne Auflösung mit reinem kohlensauren Natron niedergeschlagen, ausgesüſst und getrocknet.

X. *Ueber die Volumensveränderungen bei Mischungen von Alkohol und Wasser; von F. Rudberg.*

(Aus den *Vetensk. Acad. Handling.* 1827. *p.* 1. ausgezogen vom Verfasser.)

Wie bekannt, wird das Volumen einer Mischung von zwei ungleichartigen Flüssigkeiten nie der Summe der Volumina dieser beiden gleich. Die Volumsveränderung ist verschieden nach dem Verhältnisse, in welchem die Flüssigkeiten gemischt werden, und wird folglich bei irgend einer Mischung ein Maximum seyn. Dieses scheint, bei einem gewissen einfachen Verhältniſs zwischen den Sauerstoffgehalten der beiden Flüssigkeiten, statt zu haben. Ure hat schon gezeigt, daſs bei Mischungen von Vitriolöl und Wasser die gröſste Zusammenziehung eintrifft, wenn der Sauerstoffgehalt der Schwefelsäure dem Sauerstoffgehalt des Wassers gleich ist. Bei Mischungen von Alkohol und Wasser scheint dasselbe statt zu finden; die gröſste Zusammenziehung findet nämlich statt, wenn diese Flüssigkeiten in einem solchen Verhältnisse gemengt werden, daſs der Sauerstoffgehalt des Alkohols zu dem des Wassers in dem Verhältnisse wie 1 zu 3 steht.

Um dieses zu zeigen, hat man nur die Contractionen aus den schon seit längerer Zeit bekannten specif. Gewichten der Mischungen vom Alkohol und Wasser zu berechnen.

Die folgende Tabelle enthält in der ersten Columne die Volumina des Alkohols, in Procenten des Volumens der Mischung; in der zweiten die entsprechenden specif. Gewichte der Mischungen, welche bis zu 30 Procent aus den von Gay-Lussac bei +15° C. angestellten Versuchen*) entlehnt sind; von 30 Procent an, sind diesel-

*) *Lärbok i Kemien af Berzelius, T. V.* 1043.

aus den Tabellen von Tralles *) genommen, nach- diese auf +15° und auf die Dichtigkeit des Was- bei derselben Temperatur reducirt worden sind. Die : Columne enthält die berechnete Contraction, aus- ıckt in Procenten.

Procent.	Spec. Gewicht bei +15°	Contraction.
100	0,7947	0,00
95	0,8168	1,18
90	0,8346	1,94
85	0,8502	2,47
80	0,8645	2,87
75	0,8779	3,19
70	0,8907	3,44
65	0,9027	3,615
60	0,9141	3,73
55	0,9248	3,77
50	0,9348	3,745
45	0,9440	3,64
40	0,9523	3,44
35	0,9595	3,14
30	0,9656	2,72
25	0,9711	2,24
20	0,9761	1,72
15	0,9812	1,20
10	0,9867	0,72
5	0,9928	0,31
0	1,0000	0,00

Man sieht hieraus, dafs Alkohol und Wasser, bei Mischung, sich immer zusammenziehen, und dafs ;röfste Zusammenziehung in der Nähe von 55 Proc. und etwa 3,77 Proc. beträgt. Um diesen Punkt ge- · zu bestimmen, kann man die Gleichung:

$$c = A + Bp + Cp^2 + Dp^3$$

hen den Contractionen c und den Procenten p an- en. Wählt man nun die in der Nähe des Maximums ıden Beobachtungen für 70, 65, 45 und 40 Procente,

*) ilb. Ann. d. Physik; XXXVIII. p. 349.

nachdem man, zur Abkürzung, die Contractionen mit 10 multiplicirt und die Procente mit 10 dividirt, so erhält man:

$$c = -23,00 + 25,35p - 3,15p^2 + 0,10p^3.$$

Berechnet man hienach die Contraction für 60 Proc., so wird diese =3,730, und also dieselbe als die beobachtete; die Contraction für 55 und 50 Procente werden 3,777 und 3,750.

Die Gleichung zur Bestimmung des Maximum wird:

$$0 = 25,35 - 6,30p + 0,30p^2,$$

dessen eine Wurzel =5,4256, welche $c = 37,78$ giebt.

Hieraus folgt also, dafs die gröfste Zusammenziehung bei 54,25 Proc. statt habe und 3,778 Proc. ausmache.

Einige Versuche, die ich angestellt habe, will ich hier anführen. Sie sind nicht mit absolutem, sondern mit einem Alkohol gemacht, der bei +15° (das Gewicht des Wassers bei derselben Temperatur als Einheit angenommen) ein specif. Gewicht von 0,83991 hatte.

Die Resultate dieser Versuche sind in folgender Tabelle enthalten:

Versuche.	Wasser.	Alkohol von 0,83991 in Vol.	Spec. Gewicht der Mischung.	Contraction.
1	36,253	136,860	0,88783	1,648
2	41,907	133,674	0,89413	1,823
3	45,070	130,205	0,89795	1,916
4	49,525	126,573	0,90314	2,056
5	55,271	124,267	0,90845	2,166
6	59,574	114,761	0,91511	2,291
7	62,137	110,138	0,91907	2,387
8	66,832	105,923	0,92375	2,430
9	72,812	102,821	0,92895	2,501
10	76,336	97,970	0,93309	2,536
11	80,217	93,832	0,93713	2,566
12	82,358	85,877	0,94187	2,569
13	91,697	80,531	0,94882	2,560
14	99,111	76,693	0,95319	2,477

Diese Versuche geben zwar nur die Contractionen, so wie sie sind zwischen dem angewandten verdünnten Alkohol und Wasser; allein man kann leicht aus ihnen die zwischen absolutem Alkohol und Wasser berechnen, wenn nur die Contraction die bei dem verdünnten Alkohol statt gefunden hat, bekannt ist. Nimmt man nämlich an, dafs zu einem Volumen Alkohol $=u$, das aus einem Volumen absolutem Alkohol $=v$ und einem Vol. Wasser $=w$ besteht, ein Volumen Wasser $=V$ zugesetzt wird, und bezeichnet man das Volumen der Mischung mit U, so wird die beobachtete Contraction e:

$$e=100\left(\frac{u+V}{U}-1\right).$$

Die totale Contraction C der Mischung wird:

$$C=100\left(\frac{v+w+V}{U}-1\right)$$

und die schon bei dem verdünnten Alkohol stattgefundene Contraction c:

$$c=100\left(\frac{v+w}{u}-1\right).$$

Wonach folglich:

$$C=e+c\frac{u}{U}$$

und also die totale Contraction der Mischung bestimmt.

Um den Procentgehalt dieser Mischung zu finden, gilt folgende Gleichung:

$$p=P\frac{u}{U},$$

in welcher p und P die Procentgehalte an absolutem Alkohol in der Mischung und in dem angewandten verdünntem Alkohol bezeichnen.

Sucht man jetzt aus der oben angeführten Tabelle von Gay-Lussac die Contraction und den Procentgehalt an absolutem Alkohol für einen Spiritus von 0,83991 spec. Gew.; so erhält man die Contraction $c=2,120$ und

den Procentgehalt $P=88{,}30$, so dafs die obigen Formeln werden:

$$C=e+2{,}120\frac{u}{U}$$

und

$$p=88{,}30\,\frac{u}{U}.$$

Berechnet man hienach die Procentgehalte und Contractionen der Mischungen, so entsteht folgende Tabelle:

Versuche.	Procente.	Contraction.
1	70,96	3,351
2	68,45	3,466
3	66,85	3,521
4	64,77	3,601
5	62,44	3,665
6	59,46	3,718
7	57,80	3,774
8	55,45	3,761
9	52,98	3,773
10	50,89	3,758
11	48,82	3,738
12	46,23	3,679
13	42,34	3,576
14	39,47	3,424

Nimmt man jetzt, zur Bestimmung der Coëfficienten in der Gleichung zwischen den Contractionen und den Procenten, die Versuche 1, 5, 10 und 14, die ungefähr gleich weit, zwei auf jeder Seite, vom Maximum liegen, so erhält man:

$$c=-17{,}427+22{,}1751p-2{,}5381p^2+0{,}059865p^3$$

und also zur Bestimmung des Maximums:

$$0=22{,}1751-5{,}0762p+0{,}17959p^2,$$

dessen eine Wurzel $=5{,}400$, welche $c=37{,}75$ giebt.

Die gröfste Zusammenziehung liegt also, nach diesen Versuchen, bei 54,00 Procent und beträgt 3,775; das will sagen 103,775 Volumina haben sich zu 100 zusammengezogen.

Nach der Analyse des Alkohols enthält er dem Gewicht nach 34,454 Proc. Sauerstoff. Die 54 Volumenprocente oder 42,913 Gewichtstheile Alkohol enthalten also Sauerstoff =14,785; und die 49,77 Gewichtstheile Wasser enthalten Sauerstoff =44,248, welches sehr genau gleich dreimal 14,785 ist. Die am meisten zusammengezogene Mischung scheint folglich aus 3 Atomen Wasser und 1 Atom Alkohol zu bestehen.

Berechnet man das Verhältnifs der Volumina in einer solchen Mischung, in der Voraussetzung, dafs sie um 3,775 zusammengezogen sey, so findet man 53,939 Volumentheile absoluten Alkohols und 49,836 Volumentheile Wasser; welches Resultat nur um $\frac{1}{4}$ Proc. von dem aus Gay-Lussac's Tabelle berechneten abweicht, und fast ganz mit dem aus meinen Versuchen hergeleiteten zusammentrifft.

Der jetzt gefundene Werth der Zusammenziehung gilt nur für +15°. Bei niedrigern Temperaturen wird derselbe gröfser und bei höheren kleiner; denn aus Tralles Tabellen läfst sich berechnen, dafs:

bei + 4° die Contraction =3,97
+17°,5 - - - =3,60
+37°,7 - - - =3,31.

Dieses liefs sich auch voraussetzen. Denn da bei einer niedrigern Temperatur die Partikeln der Flüssigkeiten näher an einander liegen, ist auch ihre gegenseitige Anziehung, d i. die Contraction, gröfser.

Aus der anfangs angeführten Tabelle über die Contractionen sieht man, dafs Alkohol und Wasser bei ihrer Mischung sich immer zusammenziehen. Thillaye hat indessen Versuche mit Mischungen von Branntwein und Wasser gemacht, wobei er eine *Ausdehnung* des Volumens beobachtet hat. Diefs scheint wohl dem vorigen zu widersprechen, ist aber dennoch eine Folge davon. Denn der eine Branntwein z. B., mit dem er die Versuche gemacht hat, hatte ein specif. Gewicht =0,9544 bei +15°; also war bei diesem schon eine totale Contraction =3,35 Proc.

Wenn folglich C die totale Contraction der Mischung dieses Branntweins mit Wasser, e die beobachtete Volumensveränderung dieser Mischung, u das Volumen des Branntweins, und U das Volumen der Mischung, bezeichnet, so ist:

$$e = C - 3{,}35 \frac{u}{U}.$$

Berechnet man durch diese Formel den Werth von e für die Mischungen, dessen specif. Gew. Thillaye bestimmt hat, erhält man die dritte Columne der folgenden Tabelle:

Wasser.	Branntw. in Volum.	e.
1	9	+0,11
2	8	+0,10
3	7	+0,09
4	6	+0,02
5	5	−0,04
6	4	−0,09
7	3	−0,14
8	2	−0,19
9	1	−0,10

Woraus folgt, dafs, wenn dieser Branntwein mit mehr als der Hälfte seines Volums Wasser gemischt wird, das Volum der Mischung gröfser als die Summe der Volumina des Branntweins und Wassers werden mufs, so wie es Thillaye beobachtet hat.

XI. *Ueber den Herderit, eine neue Mineralspecies, von Wilhelm Haidinger.*

(Aus *the phil. Mag. and Ann. of Phil. Vol. IV. p.* 1.)

1. Beschreibung.

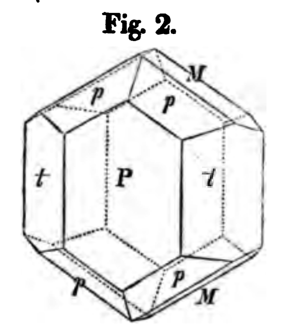
Grundgestalt, eine ungleichschenklich vierseitige Pyramide, P=141° 16′, 77° 20°, 116° 3′ (Fig. 1.) Verhältnifs der Axen a:b:c=1:$\sqrt{2,55}$:$\sqrt{0,46}$.

Einfache Gestalten: $(\breve{P}-2)^4$ $(o)=$; ; 149° 50′; ; $(\frac{4}{3}\breve{P}-2)^3$ $(n)=$; ; 134° 35′; ; P(p); $(\breve{P}r+\infty)^5$(t) $=$ 115° 7′; $(\breve{P}+\infty)^6$ $(s)=$ 42° 58′; $\breve{P}r$(M) $=$ 115° 53′; $\ddot{P}r+\infty$ (r); $\bar{P}r+\infty$ (P) *).

Beobachtete Combinationen. 1) $\breve{P}r$. P. $(\breve{P}r+\infty)^5$. $\bar{P}r+\infty$. (Fig. 2.).

Fig. 1.

Fig. 2.



2) $\breve{P}r$. $(\breve{P}-2)^4$. $(\frac{4}{3}\breve{P}-2)^3$. P. $(\breve{P}r+\infty)^5$. $(\breve{P}+\infty)^6$. $\breve{P}r+\infty$. $\bar{P}r+\infty$.

Theilbarkeit deutlich, parallel den Flächen M, doch unterbrochen; auch senkrecht gegen die Axe, die letztere jedoch nur in einzelnen sehr hellen und ebenflächigen Stücken; schwache Anzeigen parallel P. Bruch klein muschlig.

Oberfläche: M sehr glatt, und zart gestreift parallel

*) Bedeuten, wie in Fig. 1., a die senkrechte Axe, b die grofse und c die kleine Diagonale des Grundoctaëders, so würden nach der Weiss'schen Methode die Zeichen der Flächen folgende seyn.

$M = a : b : \infty c$	$P = \infty a : \infty b : c$
$n = a : b : 4c$	$r = \infty a : b : \infty c$
$o = a : b : 3c$	$s = \infty a : b : \frac{7}{8} c$
$p = a : b : c$	$t = \infty a : b : \frac{3}{2} c$

Die Lage der Flächen n, o, r, s, die in der Figur 2. nicht angegeben sind, wird man sich hieraus leicht versinnlichen können. *P.*

den Combinationskanten mit *P*, und in dieser Beziehung alle den zwischen ihr liegenden Flächen der Pyramiden *n*, *o*, *p* ähnlich.

Die Flächen *r* und *s* sind sehr schmal und etwas gekrümmt. Die mit *t* und '*P* bezeichneten haben ein körniges Ansehen, sind aber doch sehr glatt, besonders die letztere.

Glasglanz, etwas in Harzglanz neigend. Farbe, mehrere Schattirungen von gelblichem und grünlichem Weifs. Strich, weifs. Sehr durchsichtig. Sehr spröde. Härte =5,0, der des Apatites gleich. Specif. Gewicht =2,985.

2. Bemerkungen.

Ich untersuchte die Charactere dieser Species im Sommer 1823, machte aber die Beschreibung nicht bekannt, weil ich hoffte fernere Beobachtungen an andern Varietäten derselben Species anstellen zu können, was sich aber nicht verwirklicht hat. Das einzige bis jetzt bekannte Exemplar vom Herderit befindet sich im Wernerschen Museum zu Freiberg. Es wurde mir von Hrn. von Weissenbach, damaligem Aufseher des Museums, gezeigt, als Krystalle enthaltend, deren Form nicht genau auf die des Apatits, unter welchem sie sich gefunden hatten, bezogen werden konnte. Die Verschiedenheit im Ansehen der Flächen *p* und *t*, von denen die erste glatt oder parallel ihren Intersectionen mit *P* nur schwach gestreift waren, während die letztere sich körnig ergab, zeigte, dafs die Gestalten nicht zum rhomboëdrischen, sondern zum prismatischen System gehörten; ich nahm keinen Anstand, das Mineral für ein neues zu erklären, und ersuchte, es mich näher untersuchen zu lassen, was mir auch bereitwillig gestattet wurde. Hr. Breithaupt, der damals gegenwärtig war und früher selbst das Exemplar im Wernerschen Cabinet aufgestellt hatte, erklärte gleichfalls die Species für neu.

Durch gütige Vermittlung des Hrn. Reich, jetzigen

ıufsehers des Museums, wurde ich, während meines Aufnthalts in Berlin im Winter 1825, von Hrn. Oberbergauptmann Baron von Herder, mit einigen Fragmenın des Exemplars Behufs einer Untersuchung versehen. Diesem zu Ehren habe ich den Namen Herderit für diese ipecies vorgeschlagen.

2) Der Herderit kommt in Flufsspath vor, in den Zinngruben von Ehrenfriedersdorf in Sachsen. Er sieht em Apatit, mit dem er früher verwechselt worden ist, ı einem hohen Grade ähnlich, besonders dem unter dem Namen Spargelstein bekannten, wie z. B. dem vom Zilerthal in Salzburg, so wie dem vom Hof in Gastein ebendaselbst, welcher in Begleitung von Eisenglanz vorkommt, nd noch mehr gewissen blofs grünlichweifsen Massen erselben Species, welche, obgleich in geringer Quantiit, zusammen mit dem Zoïsit von der Saualpe in Kärnıen vorkommt. Die Aehnlichkeit mit dieser Species ist inreichend, um den Herderit in das Mohs'sche Genus *Fluſs-haloïd* zu stellen, worin er künftig unter dem Naıen: *prismatisches Fluſs-haloïd* aufgeführt werden mag.

XII. *Analyse des mit dem Namen Hisingerit belegten Eisensilicats; von W. Hisinger.*

Es sind bis jetzt zwei Eisensilicate untersucht worden, velche sowohl in den äufseren Kennzeichen, als auch n ihrer chemischen Zusammensetzung einander sehr nahe kommen.

Das erste, von *Riddarhyttan* in Westmanland, ist ormlos und schwarz, und besitzt einen unebenen, unrollkommen muschligen, glänzenden Bruch. Die Bruchtücke unbestimmt kantig. Das feine Pulver braungelblich. Brüchig und nicht sonderlich schwer. Vor dem Löthrohre, in Kolben, giebt es Wasser. In der Zange

liefert es kaum Zeichen von Schmelzung durch Abrundung der Kanten, aber der Glanz verliert sich. Nach dem Glühen wird es vom Magnete angezogen.

1 Gramm. in kleinen Stücken, eine halbe Stunde lang gelinde geglüht, verloren 0,207 Grm. Farbe und Glanz veränderten sich wenig. 2,30 Grm. fein gepulvert, wurden in einem leicht bedeckten Gefäfse durch Salzsäure zersetzt. Die Lösung war rothbraun. Die zurückgebliebene Kieselerde wog 0,835 Gramm. Die Lösung wurde mit kohlensaurem Ammoniak gefällt und erwärmt, und der Niederschlag gewaschen und drei Viertelstunden geglüht. Er war äufserlich roth gefleckt, wurde aber meist vom Magneten angezogen und wog 1,022 Grm.

Das andere, von *Bodenmais*, von welchem mir durch Herrn Professor Weifs eine Probe gütigst mitgetheilt wurde, gleicht dem vorhergehenden ganz und gar, sowohl im äufsern Ansehen, als auch darin, dafs es wie jenes in Schwefelkies vorkommt. Das von Riddarhyttan kommt in rundlichen Stücken von der Gröfse eines Zolls und darüber vor.

Im Kolben giebt es viel Wasser, welches Lackmuspapier stark röthet und nach schwefliger Säure riecht. Auf der Kohle wird es schwarz, bräunlich, und schmilzt sehr schwer an den Kanten, die schlackig und schwarzglänzend werden. Darauf wird es vom Magneten angezogen.

Es konnten nur 1,10 Grm. zur Zerlegung mit Salzsäure angewandt werden, welche übrigens auf gleiche Weise wie zuvor angestellt wurde. Anfangs zeigte sich ein Geruch von Schwefelwasserstoffgas. Das zurückbleibende Kieselpulver wog nach dem Trocknen 0,37 Grm., stiefs aber beim Erhitzen über einer Weingeistlampe einen Geruch nach schwefliger Säure aus, und hinterliefs, nachdem alle Feuchtigkeit ausgetrieben worden war, 0,34 Grm. Kieselerde.

Die Lösung trübte salzsauren Baryt nicht im Ge-

ringsten. Es wurde ein wenig Salpetersäure hinzugesetzt und das Eisenoxyd mit kaustischem Ammoniak niedergeschlagen. Geglüht, war der Niederschlag roth; er wurde sehr unbedeutend vom Magneten angezogen, und wog 0,58 Grm. In Salzsäure gelöst, liefs er nur wenige unwägbare Flocken von Kieselerde zurück. Die übrige Flüssigkeit hielt nichts aufgelöst.

Durch einen besonderen Versuch den Wassergehalt zu finden, war nicht möglich, da der ganze Vorrath des Minerals zu der Analyse verbraucht worden. Er kann ungefähr gleich angenommen werden mit dem im Silicat von Riddarhyttan.

Wenn man die 0,03 Grm. fortgebrannten Schwefels als sicher von zufällig eingemengten Schwefelkies herrührend, von den angewandten 1,10 Grm. abzieht, so bleiben für das Silicat 1,07 Grm., welche enthalten:

Kieselsäure	0,34 Grm.,	oder in 100 Th.	31,775
Eisenoxyd	0,58		
reducirt auf Eisenoxydul-Oxyd	0,5336	- - - -	49,869
Wasser, der Annahme nach	- - - -	- - -	20
			101,644

Der gröfsere Eisengehalt in dem Fossil von Riddarhyttan mufs dem eingemengten Schwefelkies zugeschrieben werden. Dafs das Eisen hierin als Oxydul-Oxyd enthalten ist, geht daraus hervor, dafs wenn man es entweder als Oxydul oder als Oxyd berechnet, der Verlust oder der Ueberschufs unverhältnifsmäfsig grofs wird. Die Farbe des Fossils führt überdiefs auf dieselbe Annahme.

Wenn das Oxyd im Fossile von Riddarhyttan Oxydul-Oxyd ist, so wird das Resultat der Analyse desselben:

Kieselsäure	36,30	Sauerstoffgehalt	18,87
Eisenoxydul-Oxyd	44,39	- -	12,51
Wasser	20,70	- -	18,40
	101,39		

Da 44,39 Oxydul-Oxyd bestehen aus:

Oxyd	30,629	Sauerstoffgehalt	9,39
Oxydul	13,761	- -	3,13
	44,390		122,52

so kann man die Zusammensetzung durch die Formel: $fS^3 + 3FS + 4Aq$ ausdrücken, falls man nicht annehmen will, dafs ein Theil des Eisens sich als Hydrat, und das übrige als Silicat im Fossile befindet.

XIII. *Ueber den Couzeranit; von Herrn* Dufrénoy.

(Im Auszuge aus den *Ann. des Scienc. naturell. T. XIV. p.* 72.)

In seinem wichtigen Werke über die geognostische Beschaffenheit der Pyrenäen sagt Hr. v. Charpentier, dafs er in dem Uebergangskalkstein jener Gegenden oft ein Mineral gefunden habe, welches mit keinem bekannten übereinkomme. Er belegte es mit dem Namen Couzeranit, weil er es in dem, ehemals Couzeran genannten Theil der Kette angetroffen hatte, gab aber nur eine sehr oberflächliche Beschreibung von demselben. Als Hr. Dufrénoy vor zwei Jahren eine Reise in die Pyrenäen machte, fand er an den von Hrn. v. Charpentier angegebenen Orten in einem Kalkstein ähnliche Krystalle, die zwar in ihren Kennzeichen nicht völlig mit der Charpentier'schen Beschreibung übereinstimmten, aber dennoch Couzeranit zu seyn schienen. Zufolge seiner Untersuchung, deren Resultate in dem Nachfolgenden enthalten sind, macht der Couzeranit eine neue Species aus, die sich hinreichend von allen bekannten unterscheidet.

Die Grundgestalt dieser Substanz ist ein schiefes rhomboïdales Prisma, dessen Winkel in den Seitenflächen 84° und 96°, und in der Basis 92° und 93° be-

ragen *). Selten haben die Krystalle Endflächen, aber gewöhnlich ist die stumpfe Seitenkante des Prisma gerade abgestumpft. Die Abstumpfungsfläche macht mit den Seien des Prisma's einen Winkel von 138°. Die Flächen spiegeln nur wenig, und daher sind die Winkelangaben nicht ganz genau.

Die Krystalle sind der Länge nach gestreift, und besitzen parallel der kürzern Diagonale einen blättrigen Bruch. Der Glanz, welcher Glas- und Harzglanz ist, giebt den Bruchstücken einige Aehnlichkeit mit dem Lievrit. Die Krystalle sind undurchsichtig, und gewöhnlich vollkommen schwarz, ganz wie der Augit. Wahrscheinlich rührt diese Farbe, wie bei dem umgebenden Kalkstein, von Kohle her; denn die Krystalle enthalten keine Substanz, von welcher man sonst die Farbe ableiten könnte, und überdiefs finden sich in einem weifsen, körnigen Kalkstein sehr hellgraue Krystalle, die ganz dem Couzeranit ähnlich sind. Auch trifft man einige Krystalle von dunkel indigblauer Farbe, die ebenfalls hieher zu gehören scheinen.

Der Couzeranit ritzt Glas, aber nicht den Quarz. Sein specifisches Gewicht ist =2,69. Vor dem Löthrohr schmilzt er zu einem weifsen Email, fast wie der Feldspath. Mit Phosphorsalz bekommt man eine milchige Kugel. Er wird von Säuren nicht angegriffen.

Der Couzeranit kommt in mehreren Thälern der Pyrenäen vor; besonders häufig ist er in dem von Seix, welcher sich zu Saint-Girons öffnet. Die schönsten Krystalle fand Hr. D. im obern Theile dieses Thales, bei Pont de la Taule und beim Passe Lherz.

Nach dem Mittel zweier Analysen, wobei Hr. D. das Alkali nach der Methode des Hrn. Berthier durch Zusammenschmelzen des Minerals mit Bleioxyd bestimmte, besteht der Couzeranit aus:

*) Das Verhältnifs zwischen den beiden Diagonalen ist nahe wie 9:10.

Kieselerde	0,5237	Sauerstoff:	0,2634 . .	28
Thonerde	0,2402	-	0,1122 . .	12
Kalk	0,1185	-	0,0333 } . .	4
Talkerde	0,0140	-	0,0054 }	
Kali	0,0552	-	0,0094 . .	1
Natron	0,0396	-	0,0103 . .	1
	0,9855			

Hienach hält Hr. D. es für wahrscheinlich, dafs dem Minerale die Formel *) zukomme:

$$\ddot{N}^3 \dddot{S}^4 + \ddot{K}^3 \dddot{S}^4 + \ddot{C}^{12} \dddot{S}^{24} + \dddot{A}^{24} \dddot{S}^{24}$$

Er betrachtet hiebei Kalk und Talkerde als isomorphe Basen, und hat daher deren Sauerstoffgehalt zusammengelegt; auch stellt er noch eine zweite Formel auf in der Annahme, dafs Kali und Natron isomorph seyen.

XIV. *Beobachtungen über die in krystallisirten Mineralien enthaltenen Flüssigkeiten; von Hrn. William Nicol.*

(*Edinburg new. philosoph. Journ. Vol. V. p.* 94.)

Als ich vor ungefähr zwei Jahren ein Bruchstück eines Schwerspathkrystalls, das in einer Höhlung eine Flüssigkeit und ein bewegliches Luftbläschen enthielt, poliren wollte, entstand dabei ein partieller Rifs von der Oberfläche in die Höhlung. Die Folge davon war, dafs die Luft sich augenblicklich ausdehnte, und zwar so lange, bis sie die Flüssigkeit gänzlich aus der Höhlung vertrieben hatte. Die Flüssigkeit bildete keine zusammenhängende Linie auf dem Rifs, sondern erschien als drei oder vier

*) Es ist zu bemerken, dafs in dieser Formel die älteren Atomengewichte von Berzelius gebraucht sind. P.

vier gesonderte Tröpfchen, von denen eins gröfser als die übrigen war. Nachdem ich sie einige Zeit betrachtet und keine Veränderung an ihnen wahrgenommen hatte, legte ich den Krystall bei Seite. Am andern Morgen fand sich aber, dafs jedes Tröpfchen zu einem festen Krystall geworden war, der die Grundgestalt des Schwerspaths, nämlich, ein gerades Prisma mit rhombischer Basis besafs. Die Verdampfung, wenn anders eine stattgefunden hatte, mufste sehr gering gewesen seyn; denn die Krystalle schienen fast eben so grofs als die Tröpfchen, aus welchen sie entstanden waren *).

Vor einiger Zeit fand ich in meinem Kabinett einen Schwerspathkrystall, welcher mehrere Höhlungen und in jeder derselben eine Flüssigkeit und ein bewegliches Luftbläschen enthielt. Bei mehreren dieser Höhlungen gelang es mir, mittelst der Expansivkraft der eingeschlossenen Luft, die Flüssigkeiten durch gemachte Risse auf die Oberfläche zu bringen. Immer drang die Flüssigkeit in einzelnen Tröpfchen heraus, von denen gewöhnlich eines gröfser als die übrigen war. Die Tröpfchen aus verschiedenen Höhlungen hatten jedoch ein verschiedenes Ansehen. Die aus einer z. B. waren fast halbkugelförmig und schienen eine beträchtliche Dichte zu besitzen, während die aus andern sich beträchtlich ausbreiteten, zum Beweise, dafs sie eine geringe Cohäsion unter sich und eine grofse Adhäsion zur Krystallfläche besafsen. Mehrere Minuten verflossen, bevor die hemisphärischen Tröpfchen der einen Höhlung zu krystallisiren anfingen. Die Krystallisation schritt langsam fort, und war erst nach 24 Stunden beendigt. Die dichten hemisphärischen Tröpfchen schienen sehr wenig durch Verdampfung zu verlieren; die dünnen, platten Tröpfchen aber litten anscheinend einen sehr beträchtlichen Verlust durch dieselbe.

*) Diese Beobachtung ist, nebst mehreren verwandten, den Lesern schon im Bd. 83. S. 511. am Schlusse der Abhandlungen des Dr. Brewster mitgetheilt worden. Ein Nachtrag zu diesen Abhandlungen findet sich überdiefs in Bd. 85. S. 510. *P.*

In dem zuerst genannten Falle entstand aus jedem Tröpfchen der Flüssigkeit nur ein Krystall; bei allen übrigen aber gab jedes Tröpfchen eine beträchtliche Anzahl von Krystallen, und immer lagen diese in einer Curve, dicht am und im Umkreis des Tröpfchens. Zuweilen waren die Krystalle zusammengewachsen, zuweilen dagegen mehr oder weniger lose; manchmal hatten sich auch in der Curve ein oder zwei lose Krystalle gebildet. Sämmtliche Krystalle hatten die Form eines geraden Prisma's mit rhombischer Basis.

Da nun der Schwerspath in seinen Höhlungen offenbar seine eigne Substanz in einem flüssigen Zustand enthält, so scheint der Schlufs erlaubt, dafs andere krystallisirte Mineralien ihre eigne Substanz in einem ähnlichen Zustand in ihren Höhlungen enthalten könnten. Diefs habe ich kürzlich beim Flufsspath bestätigt gefunden. Vor ungefähr zwei Monaten gelang es mir nämlich in einen Flufsspathkrystall, der eine Höhlung mit einer Flüssigkeit und einem beweglichen Luftbläschen enthielt, einen schicklichen Rifs zu machen. Augenblicklich fing die Luft an sich auszudehnen, und diefs dauerte so lange bis die Flüssigkeit gänzlich aus der Höhlung vertrieben war. Die Flüssigkeit setzte sich auf den Rifs in zwölf gesonderten Tröpfchen. Diese waren zähe und von hemisphärischer Gestalt. Eins derselben war gröfser, als alle übrigen zusammen genommen. Nach mehreren Stunden liefs sich noch keine Krystallisation bemerken; aber am andern Morgen waren in dem gröfsten Tröpfchen innerhalb seines Randes mehrere cubische Krystalle in krummliniger Zusammenwachsung deutlich zu sehen. Die Krystalle nebst ein Paar kleinen aus der Höhlung mit herausgekommenen Luftbläschen waren vollkommen von der Flüssigkeit bedeckt. Die Krystalle nahmen täglich an Gröfse zu, während die Flüssigkeit eine verhältnifsmäfsige Verminderung erlitt; es verstrichen aber vierzehn Tage, ehe die Krystallisation beendigt war. Dann konnte auch ein *geringer Grad* von Feuchtigkeit auf der Oberfläche der

Krystalle, so wie in dem von ihnen eingeschlossenen Raum wahrgenommen werden; diese Feuchtigkeit ist noch vorhanden. Einige, sehr kleine Tröpfchen blieben auch dann noch im flüssigen Zustande. Als die Krystalle eine solche Gröſse erreicht hatten, daſs sie der Oberfläche der Flüssigkeit nahe kamen, stiegen bei einigen die Kanten der oberen Flächen zu ihr hinaus, und bildeten nun umgekehrte, vierseitige Pyramiden, eine Form, die oft das Kochsalz annimmt, wenn es langsam krystallisirt.

Die Elasticität der Luftbläschen in den Höhlungen aller von mir untersuchten Krystalle ist offenbar groſs, denn sobald der Riſs gebildet war, dehnte sich das Bläschen, wie klein es auch zuvor gewesen war, in einem solchen Grade aus, daſs sie die Flüssigkeit gänzlich austrieb. Bei dem zuvor erwähnten Fluſsspath dehnte sich die Luft zu einem Volumen aus, das gröſser war als die Höhlung, denn ein Theil derselben entwich sogar mit den letzten Portionen der Flüssigkeit. Und in der That habe ich oftmals die Elasticität der Luft in einigen Höhlungen des Schwerspaths so groſs gefunden, daſs, wenn ich rasch eine directe Oeffnung machte, die sämmtliche Flüssigkeit augenblicklich fortgeblasen wurde, so daſs keine Spur von ihr zurückblieb.

Auſserdem habe ich bei mehreren Mineralien eine sonderbare Eigenschaft an jenen Luftbläschen bemerkt. Wenn diese Bläschen beweglich waren, nahmen sie nämlich immer den oberen Theil der Höhlungen ein. Wenn man aber das Ende eines erhitzten Drahts mit der äuſsern Fläche des Krystalls dicht unter dem Boden der Höhlung in Berührung brachte, so sank das Bläschen in derselben unter, und zwar mit einer rasch beschleunigten Bewegung. Bei Entfernung des Drahts stieg das Bläschen sogleich wieder in seine frühere Lage, aber mit einer gleichförmigen Bewegung *).

*) Es würde gewiſs zu voreilig seyn, die Richtigkeit der Beobachtungen des Hrn. Nicol bestreiten zu wollen, weil sie mit unsern

XV. *Höhenbestimmungen in der peruanischen Andeskette.*

Wenn gleich im Allgemeinen die Höhen der Berggipfel für die geognostische und physicalische Kenntnifs eines Landes, oder gar der Erdoberfläche, von geringerer Wichtigkeit sind, als die Gröfse, Gestalt und Erhe-

bisherigen Erfahrungen nicht wohl vereinbar sind; allein wünschenswerth wäre es doch, dafs es derselbe nicht versäumte, bei nächster Gelegenheit die angeblichen Schwerspath- oder Flufsspathkrystalle, und die Flüssigkeiten, aus denen sie sich absetzten, so weit es nur irgend die Menge erlaubt einer chemischen Untersuchung zu unterwerfen. Nur dadurch können die Beobachtungen erst ihre Bestätigung und möglicherweise ihre Erklärung finden.

Gleiche Wünsche müssen sich auch nothwendig bei den schon im Bd. 85. S. 514. erwähnten Beobachtungen des Hrn. Ripetti aufdringen, die auf eine eben so schwer zu erklärende Bildung von Bergkrystallen hinzudeuten scheinen. Durch einen Aufsatz in den *Ann. de chim. et de phys. T.* 37. *p.* 86. haben wir seitdem diese Beobachtungen ausführlicher kennen gelernt. Wir erfahren daraus, dafs die Bergkrystalle, welche in gewissen Abarten des carrarischen Marmors, besonders in den am Fufse des Monte Sacro gelegenen Grotten Colombara, della Paiastra und aus der Fossa dell' Angelo gebrochenen, angetroffen werden, sich gewöhnlich in Höhlungen finden, die ein säuerliches Wasser enthalten, mit welchem die Arbeiter daselbst häufig ihren Durst löschen. Auch wird daselbst wiederholt, dafs man im J. 1819 bei Eröffnung einer Höhlung, die anderthalb Pfund einer solchen Flüssigkeit enthielt, eine durchsichtige Gallerte von Kieselerd ein Faustgröfse gefunden habe, welche, wie es scheint, eine krystallähnliche Begränzung hatte, und an der Luft bald zu einer chalcedonartigen undurchsichtigen Masse erhärtete. Woraus aber die Flüssigkeit bestand, ist nicht untersucht worden. Eine ähnliche gallertartige Masse, welche Hr. Ripetti in den Spalten eines glimmerhaltigen Mergels entdeckte, fand derselbe nach einer mit Hrn. Taddei zu Florenz gemeinschaftlich angestellten Analyse aus 5 *Th.* Kieselerde und 1 Th. Kalk zusammengesetzt.

bung der Gebirgskämme und Hochflächen; so haben sie doch für die Physiognomie der Gebirge, für unsere Vorstellungen über die Kräfte, welche solche Massen emportrieben, und selbst für mehrere Fragen in der Meteorologie, Bedeutung genug, um mehr als ein Gegenstand der bloſsen Neugierde zu erscheinen. Aus diesen Gründen glauben wir auch den Lesern einige Messungen nicht vorenthalten zu dürfen, welche neuerlich Hr. Pentland über die Höhe der Andeskette in Peru angestellt hat, und welche schon in sofern von Interesse sind, als sie uns lehren, daſs die Berggipfel der neuen Welt keinesweges so sehr gegen die der alten zurückstehen, wie seit den letzten Decennien allgemein geglaubt wird.

Bekanntlich hat sich aus den Messungen des Capitains Hodgson und des Lieutenants Herbert ergeben, daſs das Himalaya-Gebirge, sowohl in seinem Kamme als in einzelnen seiner Gipfel, zu weit gröſseren Höhen emporsteigt, als die gigantische Andeskette von Quito. Denn sind auch in diese Bestimmungen, wie Hr. von Humboldt noch vor Kurzem ausführlich erörtert hat*), manche Unsicherheiten eingeschlossen, so geht aus ihnen doch so viel mit Gewiſsheit hervor, daſs zwei der hindostanischen Colosse, der *Dhawalagiri* und der *Jawahir*, den *Chimborazo* bei weitem übertreffen, und mehrere ihm gleich kommen.

Ob die Andeskette in ihrer ungeheuren Erstrekkung irgendwo noch Gipfel berge, welche ihr den ehemals ertheilten Rang des höchsten Gebirges wiedergeben, oder sie wenigstens dem Himalaya näher bringen würden, wuſste man mit Bestimmtheit nicht. Die Angabe, von Molina, daſs der *Descabesado* in Chili dem Chimborazo an Höhe nicht nachstehe, beruht auf einer bloſsen Vermuthung, und seit jener Zeit ist, von 8° südlicher Breite bis zur magellanischen Meerenge, in der ganzen Andeskette die Höhe keines einzigen Nevado über dem

*) *Annal. des Sciences naturelles*, *T. IV. p.* 225.

Meere gemessen worden, weder auf rein geometrischem, noch auf geo-barometrischem Wege *).

Um so dankenswerther ist also das Unternehmen des Hrn. Pentland, zumal die von demselben bereiste Gegend, das Hochthal des Tilicaca-Sees, in mehrfacher Hinsicht zu einer der interessantesten in der südlichen Andeskette gezählt werden muſs.

Es verdient nämlich wohl vorangeschickt zu werden, daſs unter den hohen Längenthälern, welche die Andes in Bezug auf ihre tief eingeschnittenen Querthäler vorzugsweise characterisiren, das Becken des Sees von *Titicaca* nicht bloſs das höchste ist, wie wir jetzt durch Hrn. Pentland mit Bestimmtheit erfahren, sondern auch das gröſste. Nach Hrn. v. Humboldt besitzt es einen Flächenraum von 3500 Quadratlieues, und ist also drei Mal gröſser als die Schweiz, während die beiden nächstfolgenden Becken, nämlich das des oberen *Maragnon* und das des *Rio Jauja*, respective nur 2400 und 1300 Quadratlieues messen **). Es ist von allen auch das einzige, welches ganz geschlossen ist, und welches die in Südamerica fast gänzlich fehlende Erscheinung eines groſsen Reservoirs von süſsem Wasser darbietet. Der See von Titicaca, welchen es einschlieſst, und welcher nur in der Verdunstung einen Abfluſs findet, bedeckt eine Fläche von 448 Quadratlieues, und ist also 20 Mal gröſser als der Genfer See. Auch zeichnet sich dieses Plateau noch dadurch aus, daſs der Gebirgsknoten von Cusco, der zu seiner Bildung Anlaſs giebt, nicht bloſs unter den neun Verzweigungspunkten, welche man von den Andes in Südamerica kennt, der ausgedehnteste ist, sondern auch den vorwaltendsten Einfluſs auf die Richtung der Hauptkette ausübt. Die Cordilleren, welche

*) *v. Humboldt*, *Voyage aux régions équinox.* 8. *T. X. p.* 35.

**) Diese und die nachfolgenden Data sind sämmtlich aus dem 10. Theil von Hrn. v. Humboldt's *Voyage aux régions équinox.* entlehnt.

nämlich von der magellanischen Strafse herauf, mit einer nur geringen Abweichung nach Ost dem Meridiane gefolgt sind, nehmen hier unter der Parallele des Hafens von *Arica* (18° 28′ 35″ S. Br.) plötzlich eine Richtung nach Nordwesten an, und biegen erst nach einem Laufe von mehr als 242000 Toisen wieder nach Norden um. Die Küste von Chili, welche hier überall der Andeskette parallel läuft, bekommt dadurch jene dem Golf von Guinea ähnliche Einbiegung, welche die allgemeine Aehnlichkeit zwischen Südamerica und Africa vollenden hilft.

Die interessanten Entdeckungen des Hrn. Pentland sind, ohne Wissen und Willen desselben, schon vor mehreren Monaten durch Hrn. Coquebert de Montbret in den *Annal. des Sciences naturelles, T. XIII. p.* 420., bekannt gemacht, und von dem Hrn. Brué mit einigen Bemerkungen begleitet worden. Um sich gegen die darin erhobenen Zweifel an der Richtigkeit seiner Messungen zu rechtfertigen, und um einige Zahlen in jener Bekanntmachung zu berichtigen, hat Hr. Pentland einen kurzen Bericht von seiner Arbeit, in Form eines Schreibens an Hrn. de Montbret, in das mit den *Ann. of philosoph.* combinirte *philosoph. Magaz. etc. T. IV. p.* 115. einrücken lassen, und aus dieser Quelle ist das Folgende ausgehoben.

Zwischen dem 14. und 17. Grad südlicher Breite ist die grofse Andeskette in zwei parallele Rücken, oder, wie die Creolen in Peru sagen, Cordilleras getheilt. Zwischen diesen beiden Cordilleras liegt ein sehr ausgedehntes Hochgebirgsthal, dessen Erhebung im Mittel 12600 engl. Fufs (1970 Toisen) beträgt. Durch den südlichen Theil fliefst der *Desaguadero*, während den nördlichen der berühmte See von *Titicaca* einnimmt, an dessen Ufern und auf dessen Inseln die Civilisation der Peruaner und das Reich der Incas ihren Ursprung nahmen.

Durch die westliche Kette, oder die sogenannte Küsten-Cordillera ist dieses Hochthal, das Thibet der neuen Welt, von den Küsten des stillen Meeres geschieden; mancher ihrer Pics erreicht eine Höhe von mehr als 20000 engl. Fufs, und mehrere unter ihnen sind thätige Vulcane. Die östliche Cordillera dagegen besteht hauptsächlich aus Uebergangs- und Flötzgebirgsarten (Grauwackenschiefer und jüngerem rothem Sandstein (*new-red-sandstone*)); sie trennt jenes Thal von den ausgedehnten Ebenen von *Chiquitos* und *Moxos*, so wie die Zuflüsse der Ströme Beni, Marmoré und Paraguay von den Gewässern, die sich in den Titicaca-See und den Desaguadero ergiefsen.

Die östliche Cordillera der peruanischen Andes gehört noch zur Republik Bolivia, und bildet, zwischen dem 14. und 17. Grad südlicher Breite, eine fast zusammenhängende Kette von schneebedeckten Bergen, deren mittlere Höhe 19000 engl. Fufs übersteigt. Hier ist es, wo sich die höchsten aller bisher in der ganzen Andeskette gemessenen Berge erheben. Die Nevados von *Illimani* und *Sorata* übertreffen an Höhe den Chimborazo, Cayambé und Antisana, jene Giganten der columbischen Andes, und nähern sich sehr den höchsten Gipfeln des Himalaya-Gebirges.

Der *Illimani* liegt in der bolivischen Provinz La Paz, zwanzig Leagues ost-süd-östlich von der Stadt gleiches Namens. Wie der Chimborazo bildet er den südlichsten Punkt der Schneekette, zu welcher er gehört; und nach meinen, zu La Paz und im Dorfe Jotoral an seinem nördlichen Abhange gemachten, astronomischen Beobachtungen liegt er zwischen 16° 35′ und 16° 40′ südlicher Breite, und zwischen dem 67. und 68. Grad westlicher Länge von Greenwich. Er bildet oben einen hohen Rücken, auf welchem sich vier Pics erheben, die von Norden nach Süden in einer Linie, der Axe der Kette parallel liegen. Die nördlichste Spitze erreicht nach

ıeinen Messungen eine Höhe von 24200 engl. Fuſs 3785 Toisen) über dem Meere, oder von 12000 Fuſs ber der Stadt La Paz *); der südlichste Pic scheint sogar och höher zu seyn; allein es war von meinem Standunkte aus unmöglich zu bestimmen, um wie viel.

Dieser erstaunliche Berg besteht aus Grauwacken- und Jebergangsschiefer, mit häufigen Zwischenlagerungen von)uarzfels und Kieselschiefer, welche in ihrer Structur nd in ihren geognostischen Beziehungen ganz denen in en Thälern von der Maurienne und Tarentaise in den ıvoyischen Alpen gleichen. Diese schiefrigen Gebirgsrten sind von mächtigen Massen von Porphyr, Syenit, nd wahrem Granit, in Form von Gängen und Lagern, egleitet. Der Uebergangsschiefer ist von einer Menge)uarzgängen durchsetzt, welche geringe Portionen von ıold und goldhaltigen Schwefelkiesen enthalten. Viele ieser Gänge wurden schon in sehr früher Zeit, lange or dem Einfalle der Europäer, von den alten Peruanern ı einer Höhe von 16000 engl. Fuſs über dem Meere ebaut.

Der östliche Punkt der Südseeküste, welcher sich in leicher Parallele mit dem Illimani befindet, liegt, nach inem Mittel aus den Beobachtungen vom Capitain Basil Iall und von Alessandro Malaspina, zwischen der traſse von Quilca (16° 42′ S. Br.) und dem Vorgebirge der Morio von *Arequipa* (16° 30′ S. Br.), und zwihen 72° 40′ und 73° 20′ westl. Länge von Greenwich.)er Illimani ist also 5°,5 Längengrade oder 310 Seemeiən von dem nächsten Punkt der peruanischen Küste entərnt; und daraus allein folgt schon, daſs weder er noch gend ein anderer Berg der östlichen Cordillera von der Küste aus wahrzunehmen sey, selbst wenn der Zwischenaum völlig horizontal wäre, und nicht von der hohen westchen Cordillera durchschnitten würde, von denen einige

*) Diese Stadt liegt nach Hrn. P. unter 16° 29′ 30″ S. Br., und 12197 engl. Fuſs über dem Meere.

Gipfel, wie z. B. der trächytische Dom beim Thale *Chuquibamba*, nord-nord-westlich von *Arequipa*, sich zu einer Höhe von mehr als 22000 engl. Fuſs erheben *).

In der nördlichen Verlängerung der östlichen Cordillera, und nahe in der Mitte des zuvor erwähnten Schneegebirges, steigt, unter 15° 30' S. Br., der *Nevado* von *Sorata* empor, umgeben von einer Gruppe schneebedeckter Gipfel, von denen einige eine Höhe von 23000 engl. Fuſs erreichen. Der *Nevado* von *Sorata* liegt östlich von dem groſsen indianischen Dorfe gleiches Namens, und erhebt sich 25200 engl. Fuſs (3941 Toisen) über das Meer, oder 12450 engl. Fuſs über den Titicaca-See. Diese Bestimmung gründet sich theils auf eine, an den Ufern des Sees unternommene trigonometrische Messung, theils auf eine in geringerem Abstande gemachte Messung der Höhe desjenigen Theils vom Berge, welche über der untern Gränze des ewigen Schnees liegt. Diese Gränze kommt, zwischen 15° und 17° S. Br. in den bolivischen Andes selten tiefer als bis zu einer Meereshöhe von 17100 engl. F. (16040 Par. F.) **) herab.

Die groſse Masse der östlichen Cordillera, welche im Norden der Parallele von 17° S. liegt, besteht gleichfalls aus den zuvor erwähnten Uebergangs-Gebirgsarten; die syenitischen oder krystallinischen Gesteine kommen dagegen in ihrer nördlichen Fortsetzung häufiger vor. Die Schiefer-Berge sind auch hier voll von goldhaltigen Gängen, und aus den tiefen Thälern, von denen sie durchschnitten sind, kommen die vielen goldführenden Bäche herab, welche den Alluvionen der Uferdistricte des Tipuacio, in der Provinz Larecaja, den höchsten Anspruch auf den Namen des *El Dorado* der neuen Welt ertheilen.

*) Hr. Pentland bezieht sich hier auf die von Hrn. Brué gemachten Einwürfe, als könnten die Berge nicht die angegebene Höhe haben, weil sie sonst von der Küste aus schon längst gesehen seyn müſsten.

**) *Unter dem Aequator beträgt die gröſste Höhe der Schneegränze nur 14960 Par. Fuſs.* *P.*

Wir können diesen Aufsatz nicht beschliefsen, ohne noch aus der gehaltreichen und, wie es scheint, in Deutschland wenig bekannt gewordenen Abhandlung des Hrn. v. Humboldt, deren wir schon zu Anfange erwähnten, einige Betrachtungen hervorzuheben, welche jetzt durch die Entdeckungen des Hrn. Pentland ein erneutes Interesse bekommen haben. Wir meinen damit die Vergleiche zwischen der Höhe der Gebirgskämme und der Berggipfel, welche so sehr dazu geeignet sind, einen klaren Begriff von den Hauptverhältnissen zwischen den gröfseren Gebirgen unserer Erde zu geben. Die mittlere Höhe der Gebirskämme ist zwar eine abstracte Gröfse, die selbst, wenn man keine zusammenhängenden Ketten, sondern nur einzelne Berggruppen betrachtet, etwas Schwankendes zu haben scheint. Wenn man indefs die Gebirgspässe, welche gewissermafsen nur locale Ausschnitte der Kämme darstellen, als ein Minimum, und die Schneegränze als ein Maximum der Höhe des Kammes ansieht, so bekommt man für dieselbe einen mittleren Werth, welcher im Verhältnifs zur Höhe der Gipfel eben so characteristisch für die Physiognomie der Gebirge, als bedeutungsvoll für die Kräfte ist, durch welche dieselben hervorgehoben wurden. Schon Ramond hat die Bemerkung gemacht, dafs der Kamm der Pyrenäen keinesweges gegen den der Alpen zurücksteht, vielmehr ihn noch um etwas übertrifft, und dafs das, was dem letztern Gebirge den Vorsprung ertheilt, in der grofsen Erhebung vieler seiner Gipfel beruht. So bestimmt nun aber auch der Character einzelner Bergketten durch dieses Verhältnifs ausgesprochen wird, so hat sich dennoch aus einer ausführlicheren Untersuchung des Hrn. v. Humboldt ergeben, dafs dasselbe im Allgemeinen in ziemlich enge Gränzen eingeschlossen ist. Nach den bisherigen Beobachtungen lassen sich nämlich folgende Werthe festsetzen.

	Mittlere Höhe der Pässe. Toisen.	Mittlere Höhe des Kamms. Toisen.	Höchster Gipfel. Toisen.	Verhältnifs zwischen Kamm und Gipfel.
Pyrenäen . .	1217	1250	1787	1:1,4
Alpen . . .	1178	1200	2462	1:2
Andes . . .	1819	1850	3941	1:2,1
Venezuela-Kette		750	1350	1:1,8
Alleghanis . .		560	1040	1:1,8
Caucasus . .		1330	2783	1:2
Himalaya . .	2432	2432	4390?	1:1,8

Um diese Verhältnisse mit einem Blicke übersehen zu können, ist auf Taf. VI., mit geringen Abänderungen, die Skizze kopirt, welche Hr. v. Humboldt seiner Abhandlung im vierten Bande der *Annales des Sciences naturelles* beigefügt hat; auch hielten wir es für gut die neueren Messungen des Hrn. Pentland darauf einzutragen, obgleich sie, bis auf die Höhe des *Nevado von Sorata* in keinem unmittelbaren Zusammenhange mit den gegenwärtigen Betrachtungen stehen. Uebrigens ist die Bemerkung des Hrn. v. Humboldt nicht zu übersehen, dafs jene Verhältnisse nur für das jetzige Niveau des Weltmeers gelten; dafs sie kleiner oder gröfser werden, je nachdem man die Höhen von einer tiefer oder höher liegenden Basis aus messen würde.

XVI. *Ueber den Tabasheer.*

(Aus den in den *Ann. de chim. et de phys. T. XXXVII. p.* 315., mitgetheilten Auszuge aus den Aufsätzen des Dr. Brewster und des Dr. Turner im *Edinb. Journ. of Science, No. XVI. p.* 285. *et p.* 335.)

Der Tabasheer ist bekanntlich eine krystallinische Kieselconcretion, die sich in den Knoten einiger Bambusröhre findet. Nach einer neueren Untersuchung des

Dr. **Brewster** *), der eine grofse Menge verschiedenartiger Proben dieser sonderbaren Substanz aus Ostindien zugeschickt bekam, lassen sich vier Arten von derselben unterscheiden.

Die schönste, welche zugleich die seltenste ist, zeigt im Reflexe eine schöne azurblaue Farbe, und beim Hindurchsehen eine schwach gelbe; sie hat ein so zartes Gefüge, dafs sie sich zwischen den Fingern leicht zerreiben läfst. Die zweite reflectirt eine gelbliche Farbe, ungefähr wie das molybdänsaure Bleioxyd, und läfst ein röthlichgelbes Licht hindurch. Die dritte ist fast weifs, und nur an den Rändern durchsichtig. Die vierte endlich ist ganz undurchsichtig, und sieht wie Kreide aus. Einige Stücke fand Hr. Dr. **Brewster** auch mit einem glänzenden Email überzogen, das ganz den Glanz des reinsten Quarzes besafs.

Wenn man irgend eine dieser Arten von Tabasheer in Wasser taucht, so findet, in Folge der Entweichung der in den Poren eingeschlossenen Luft, ein Aufbrausen statt. Nachdem diese Luftentwicklung aufgehört hat, ist, bei den drei ersten Varietäten, die Durchscheinenheit oder Durchsichtigkeit beträchtlich erhöht. Nur die vierte bleibt nach wie vor der Eintauchung in Wasser undurch-

*) Hr. Dr. **Brewster** hat nämlich schon früher die physicalischen Eigenschaften des Tabasheers untersucht. Der ausführliche Aufsatz darüber findet sich in den *Philosoph. Transact.* für 1819 *II. p.* 1., und ein Auszug daraus in dem *Edinb. philosoph. Journ. T. I. p.* 147. Der Tabasheer ist im Oriente seit langer Zeit bekannt, und ist in der Materia medica der Araber und Hindus eine wichtige Arzeneiwaare. Gewöhnlich findet man ihn als eine harte Concretion, zuweilen hat er aber die Consistenz des Honigs, und manchmal bildet er sogar eine Milch. Selbst der Name Tabasheer deutet auf diesen letzteren Umstand, da derselbe von dem persischen *Scher* oder dem Sanskrit-Worte *Kschiram*, welches Milch bedeutet, herstammen soll. Uebrigens führt der Tabasheer in den verschiedenen Theilen Indiens sehr verschiedene Benennungen, und selbst die einzelnen Sorten werden den Nachrichten des Dr. **Wilson** zufolge mit besonderen Namen belegt.

sichtig; dagegen wird sie so durchsichtig wie Glas, wenn sie gewisse fette Oele absorbirt, was indefs sehr langsam vor sich geht.

Nach Hrn. Dr. Turners Versuchen verhält sich das Gewicht des Wassers, welches der Tabasheer absorbirt, zu dem Gewichte des letzteren, bei der kalkigen Varietät wie 1:2, bei der durchscheinenden wie 1:2,32, und bei der durchsichtigen wie 1:2,24.

Zufolge der Versuche desselben Chemikers beträgt das specifische Gewicht, nachdem er die Luft durch fortgesetztes Sieden völlig ausgetrieben hatte, und das Wasser auf die Temperatur +13°3, C. gekommen war:

beim kalkigen Tabasheer	2,189
- durchscheinenden -	2,167
- durchsichtigen -	2,160

Eine der merkwürdigsten Eigenschaften des Tabasheer ist sein geringes Licht-Brechungsvermögen, Hr. Dr. Brewster hat gefunden, dafs, für den Uebergang des Lichts aus der Luft in die Substanz, das Verhältnifs des Sinus der Incidenz zu dem der Refraction, bei gewissen Stücken =1,111 ist, dafs es aber bei andern bis zu 1,1825 geht. Beim Wasser ist bekanntlich diefs Verhältnifs =1,336 *).

Die früher vom Dr. Russel aus Ostindien mitgebrachten Tabasheersorten, bestehen nach den Versuchen des Hrn. Macie aus reiner Kieselerde; während die von Hrn. von Humboldt in America gesammelten Proben, nach den Versuchen der HH. Fourcroy und Vauquelin, nur 70 Procent Kieselerde enthalten, und in den übrigen 30 Procent, aus Kali, Kalk, Wasser und einer vegetabilischen Substanz bestehen **).

*) Nach den früheren Untersuchungen des Dr. Brewster war der Refractions-Index bei einem gelblichen Tabasheer von Hyderabad =1,1115, und bei mehreren blauen Sorten von Nagpoor respective =1,1454; 1,1503; 1,535; 1,825. Die härteren von diesen Sorten besafsen das gröfsere Brechungsvermögen.

**) *Die angeführten* Untersuchungen finden sich in den *Philosoph. Trans. für 1790*, p. 273. und für 1791, p. 368. in v. Hum-

Hr. Dr. Turner hat mehrere, von Hrn. Dr. Brewster erhaltene, Sorten von Tabasheer der chemischen Analyse unterworfen. Nach ihm verliert, bei einer Temperatur von +100° C. der kalkige Tabasheer 0,838 Procent, der durchscheinende 1,62 Procent, und der durchsichtige 2,411 Procent. Der Atmosphäre ausgesetzt, absorbiren diese Stücke wiederum Luft und Wasser, wodurch sie auf ihr früheres Gewicht zurückkommen. In der Rothglühhitze verloren dieselben Tabasheersorten respective: 1,277, 3,84 und 4,52 Procent. Es entwickelte sich dabei ein wenig Rauch, und man spürte einen schwachen empyreumatischen Geruch; beide Erscheinungen sind eine Folge der Zerstörung einer sehr geringen Menge von vegetabilischer Substanz.

Wasser nimmt durch Kochen mit gepülvertem Tabasheer nichts auf, es sey denn eine sehr geringe Spur von vegetabilischer Substanz. Wenn man ihn mit mäfsig verdünnter Salzsäure digerirt, und die Lösung eindampft, so bekommt man einen Rückstand, der an der Luft zerfliefst und salzsaurer Kalk ist. Der kalkige Tabasheer verliert hiedurch 0,4 Procent, und der durchscheinende 0,3 Procent; der durchsichtige aber erleidet keinen wahrnehmbaren Verlust.

Der bis zum Rothglühen erhitzte Tabasheer löst sich leicht in einer Lösung von kaustischem Kali auf. Die Lösung ist durchsichtig. Sättigt man sie mit Salzsäure, und dampft sie, um die Kieselerde unlöslich zu machen, zur Trockne ein, so erhält man von dieser Erde genau so viel, als Tabasheer angewandt worden ist. Die filtrirte Lösung enthält, aufser salzsaurem Kali, nur die sehr geringe Menge Kalk, deren vorher schon erwähnt ist.

Um einem etwaigen Gehalt von Alkali aufzufinden, mischte Hr. Dr. Turner eine Portion gepülverten Tabasheer mit fünf Mal so viel kohlensaurem Baryt, und setzte diefs Gemenge anderthalb Stunden lang der Roth-

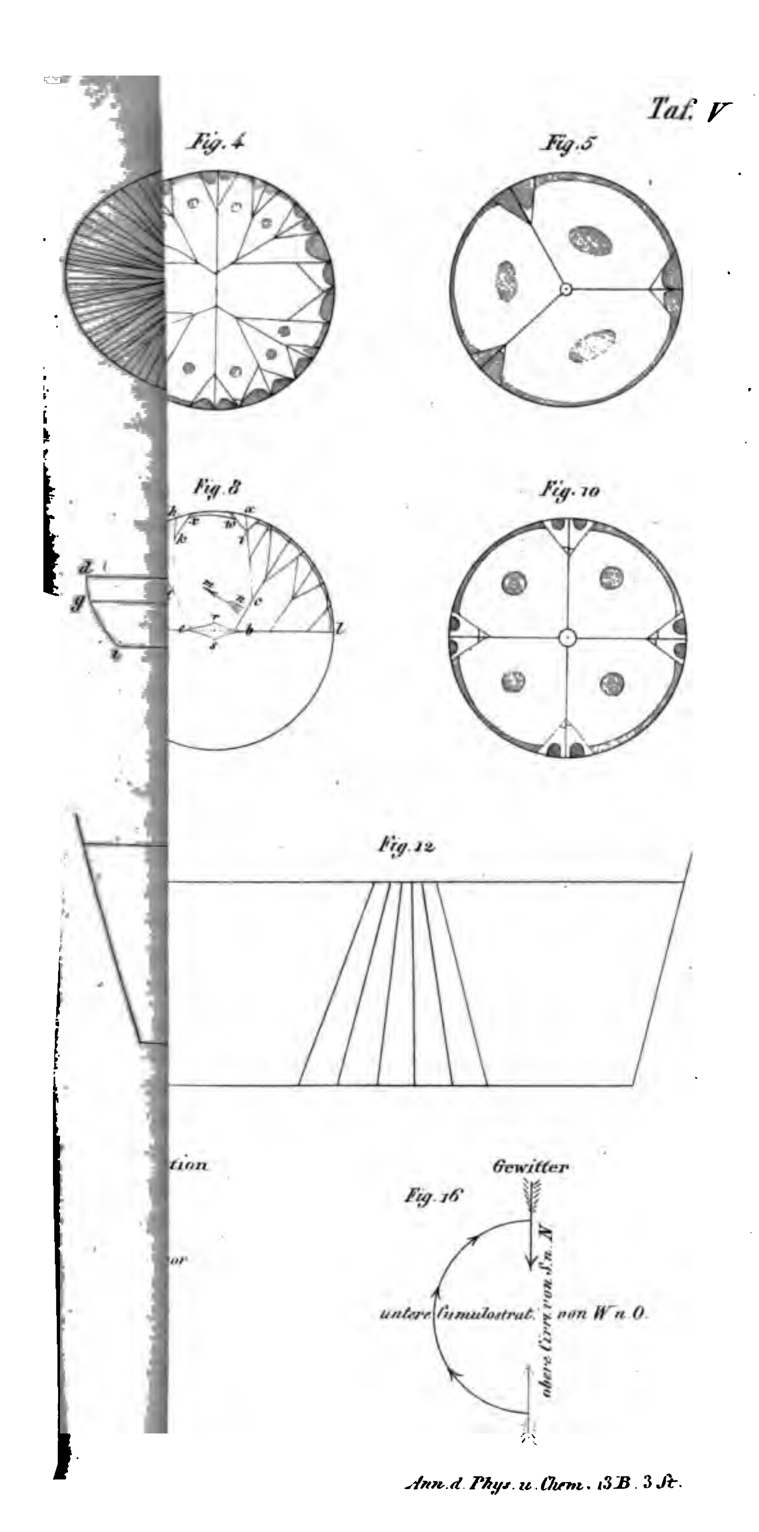
boldt *Relation historique. Vol. I., Introduct. p. XIII.*, und in den *Mémoir. de l'institut. T. VI. p.* 382. P.

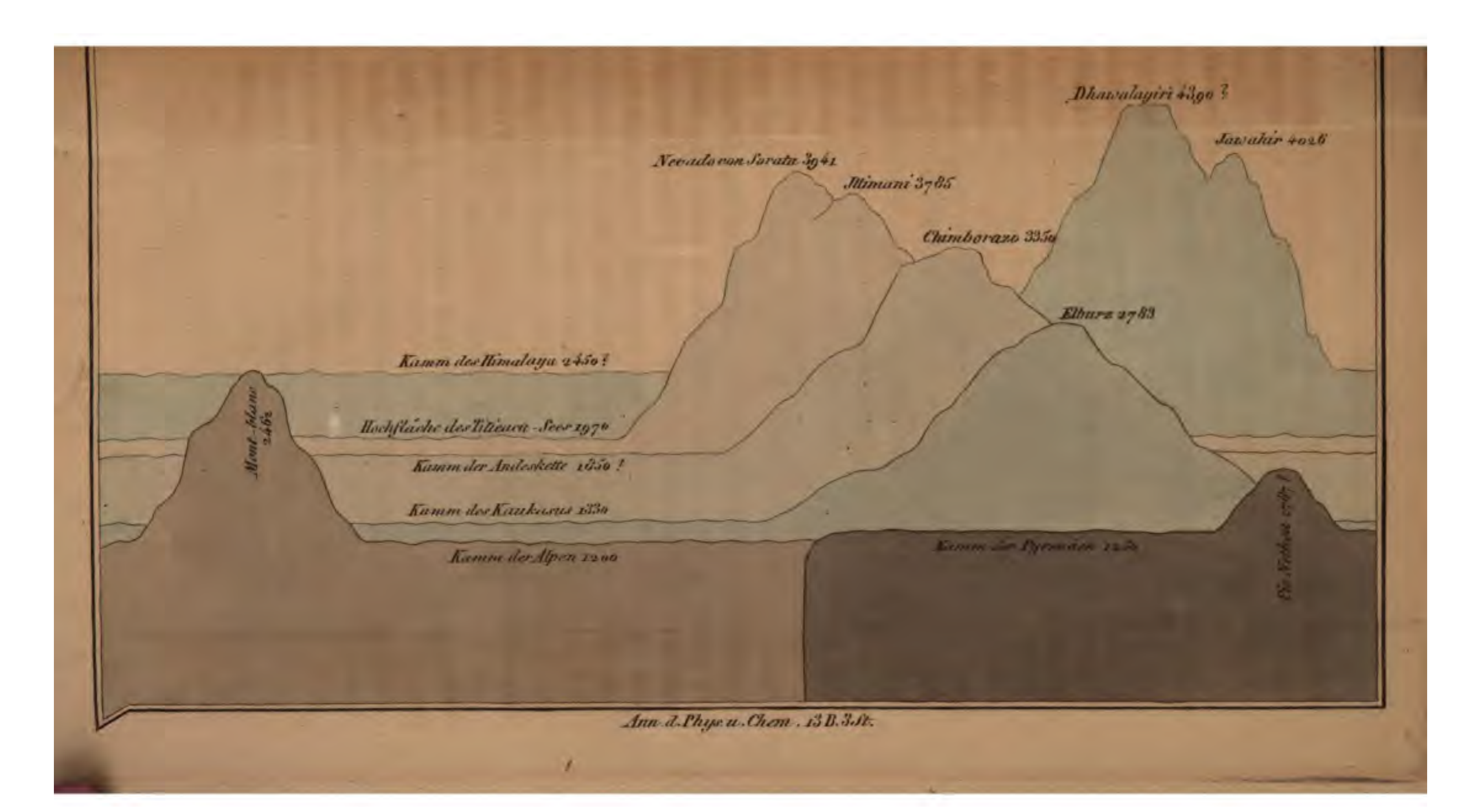
glühhitze aus, darauf wurde das Ganze in Salzsäure gelöst, und nachdem die Kieselerde nebst dem Baryt auf gewöhnliche Weise gefällt worden, die Lösung zur Trockne verdunstet und der Rückstand geglüht; allein es war keine Spur von Alkali zu entdecken.

Es scheint also, sagt Hr. Dr. Turner, dafs der ostindische Tabasheer, aufser einer sehr geringen Menge von Kalk und vegetabilischer Substanz, nur aus Kieselerde besteht.

Ohne Zweifel wird man fragen, auf welche Art sich durch den Act der Vegetation reine Kieselerde absondern könne. Hierüber finde ich aber keine bestimmte Angabe in den beiden Abhandlungen, aus denen ich das Obige ausgezogen habe. Hr. Dr. Turner sagt nur, dafs die Kieselerde durch den Saft der Pflanze aufgenommen seyn müsse, und dafs, nach der beträchtlichen Menge, welche sich von derselben in der Epidermis des Bambusrohrs finde, die Annahme natürlich scheine, sie sey ein wesentlicher und nicht ein zufälliger Bestandtheil von den Säften der Pflanze. Wäre sie, wie im americanischen Tabasheer, beständig mit Kali verbunden, so könnte man glauben, dafs sie durch Vermittelung dieses in Wasser gelöst worden sey, im Moment wo die Wurzeln das letztere aus dem Boden aufsaugen; allein, da man sie ganz rein antrifft, und da, wie Hr. Berzelius gezeigt hat, die Kieselerde im Moment ihrer Bildung in ziemlich beträchtlicher Menge in Wasser löslich ist, so darf man vielleicht annehmen, dafs die Theilchen dieser Erde es ebenfalls sind, wenn sie aus ihren früheren Verbindungen abgeschieden werden. Zur vollständigen Lösung dieser Fragen müfste man den Boden, in welchem die Bambusrohre wachsen, und die Säfte, welche in den Capillargefäfsen dieser Pflanzen circuliren, einer chemischen Zerlegung unterwerfen.

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin.


Fig. 4
Fig. 5
Fig. 8
h
x
w
a
k
1
d
g
i
c
e
r
b
s
l
Fig. 10
Fig. 12
tion
or
Gewitter
Fig. 16
N
untere Cumulostrat. von W n. O.
obere Cirri von S. n. N



Dhawalagiri 4390 ?
Jawahir 4026
Nevado von Sorata 3941
Illimani 3785
Chimborazo 3350
Elburz 2783
Kamm des Himalaya 2450 ?
Mont-blanc 2462
Hochfläche des Titicaca-Sees 1970
Kamm der Andeskette 1850 !
Kamm des Kaukasus 1330
Kamm der Alpen 1200
Kamm der Pyrenäen
Pic Néthou



ANNALEN DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1828, ACHTES STÜCK.

Versuche über die mit dem Platin vorkomenmenden Metalle, und über das Verfahren zur Zerlegung der natürlichen Platinlegirungen oder Platinerze; von J. J. Berzelius.

(Schluſs).

4. Osmium.

Dieſs Metall ist nur von Tennant und von Vauquen *) untersucht worden, und zwar gleichzeitig mit dem idium, seinem Begleiter. Die ungewöhnliche Eigenschaft s Osmiums, ein flüchtiges und in Wasser lösliches Oxyd ι geben, hat die Aufmerksamkeit so sehr auf sich gezon gehabt, daſs seine übrigen Eigenschaften gänzlich überhen oder wenigstens nicht aufgesucht worden sind. Geiſs würde man aus dem, was man bisher über das Osium weiſs, nicht vermuthet haben, daſs dasselbe dem idium so ungemein ähnlich ist, wie das Folgende erben wird.

Darstellung des Osmiums. Ich habe diesen Gegenand schon beim Iridium berührt, und gesagt, daſs, wenn an die mit Alkali gebrannte Masse mit Salzsäure und eler Salpetersäure destillirt, Osmiumoxyd übergeht. Die Virkung der Salpetersäure besteht hiebei darin, daſs sie

*) *Ann. de chim. LXXXIX, p.* 225.

die Chlordoppelsalze des Osmiums zerstört, und diefs geschieht um so vollständiger, je weniger Salzsäure hinzugesetzt worden ist. Um das Osmiumoxyd rein zu erhalten, mufs man die Destillation fast ganz ohne Sieden betreiben, und das Osmiumoxyd fortnehmen, wenn ein Fünftel oder ein Viertel der Flüssigkeit übergegangen ist. Was später kommt, wenn die Säure concentrirter wird, ist mit übergegangenem Chloriridium verunreinigt.

Nachdem man auf diese Weise eine Auflösung des Osmiumoxyds erhalten hat, bleibt noch übrig, das Metall aus ihr abzuscheiden. Vauquelin schreibt vor, dasselbe mit Zink zu fällen, nachdem man die Flüssigkeit mit so viel Salzsäure versetzt hat, dafs sich dieses unter Gasentwicklung in derselben löst; allein diese Methode hat den Nachtheil, dafs man destillirtes Zink anwenden mufs, und dafs überdiefs viel Oxyd mit dem Wasserstoffgase fortgeht.

Ich habe versucht, das Osmium, sowohl aus ammoniakalischen als aus sauren Lösungen, durch Kupfer zu fällen; allein diefs geht äufserst langsam. Das Kupfer wird weifs, gleichsam versilbert, ohne dafs sich etwas Osmium ausscheidet.

Am besten geschieht die Fällung durch Quecksilber, nachdem man so viel Salzsäure hinzugesetzt hat, dafs sich dasselbe mit dem Chlor verbinden kann; ohne diese Vorsichtsmafsregel erhält man aber nur ein Gemenge von Quecksilberoxydul und Osmiumoxydul oder vielleicht Osmiumoxyd. Man sollte vermuthen, dafs sich diefs Gemenge mit Wasserstoffgas reduciren und dabei das Quecksilber abdestilliren liefse; allein bevor die Masse auf die zur Reduction erforderliche Temperatur gelangt, ist ein nicht unbedeutender Theil des flüchtigen Oxyds mit dem Wasserstoffgase fortgegangen. Wenn man dagegen Salzsäure hinzusetzt, so geschieht es, dafs nicht alles Osmium ausgefällt wird, sondern eine mehrentheils farbige Salzmasse in der Auflösung zurückbleibt. Diese kann man

zwar durch eine längere Digestion mit Quecksilber zerlegen und so das Osmium ausfällen; allein es geht doch sehr langsam. Statt dessen kann man die Säure mit Ammoniak sättigen, die Flüssigkeit zur Trockne verdunsten, und die Masse in einer Retorte erhitzen. Dabei wird das Osmiumsalz vom Ammoniak zersetzt, und das etwa darin enthaltene Quecksilber wird mit dem Salmiak in Form eines Doppelsalzes verflüchtigt.

Der durch das Quecksilber hervorgebrachte Niederschlag besteht aus Quecksilberchlorür, aus einem pulverförmigen Amalgam von Osmium und Quecksilber, und aus eingemengtem laufenden Quecksilber, welches ganz wenig Osmium enthält. Man kann ihn entweder in einer Retorte destilliren, oder, was ich bequemer gefunden habe, in eine aus einer Barometerröhre geblasene Kugel legen, und während man diese erhitzt, Wasserstoffgas darüber leiten. Die Dämpfe des Quecksilbers und seines Chlorürs folgen dem Wasserstoffgase, während das Osmium zurückbleibt, in Form eines porösen, schwarzen Pulvers, welches zwar nicht metallisch aussieht, beim Daraufdrücken aber einen metallischen Strich annimmt.

Das Osmium hat selten einen recht lebhaften Metallglanz, welcher ihm jedoch in compactem Zustand zukommt. In einem solchen Zustande erhält man es, wenn man das flüchtige Osmiumoxyd in einem Strom von Wasserstoffgas verdunstet und das Gemenge durch ein Rohr leitet, welches auf die Länge eines Zolls glühend gehalten wird. Es findet dann eine Verbrennungserscheinung statt, und das Osmium setzt sich aus dem Gase ab, wobei es einen compacten Ring in dem Rohre bildet, welcher nach dem Erkalten ungefähr denselben Glanz wie das Osmium-Iridium besitzt.

In diesem Zustand fand ich das specifische Gewicht des Osmiums =10. Ich habe es nur in runden Zahlen bestimmt, da ich nur eine geringe Menge von Osmium zum Wägen besafs, und folglich die Decimalzahlen doch

...keit erhalten konnte. So wie ... Reduction mit Quecksilber zurück- ...ches Gewicht nicht völlig = 7. ...öst sich in gewöhnlicher Salpetersäure ... bei der Destillation gehen beide über. ...s sich in Königswasser auflösen, doch ... nur vermöge der gröfseren Concentration ... dabei keine Chlorverbindung gebildet wird; ... geschieht es in rauchender Salpetersäure, ... mit Beihülfe der Wärme. Es besitzt, was auch ...bekannt ist, wie die Kohle, der Kiesel und meh- ...andere Körper, die Eigenschaft, dafs es, nachdem es ... sehr hohen Temperatur ausgesetzt gewesen ist, sich ...nicht mehr in Säuren auflöst.

In einer erhöhten Temperatur oxydirt es sich leicht. Im fein zertheilten Zustande läfst es sich entzünden, und brennt während es sich dabei im Glühen erhält. Im compacteren Zustande geschieht diefs nicht; vielmehr hört es auf sich zu oxydiren, so wie es aus dem Feuer genommen wird. Man hat angegeben, dafs es sich bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft leicht oxydire; diefs ist aber ganz unrichtig, denn man kann noch bei $+100^{\circ}$ C. Sauerstoffgas über dasselbe leiten, ohne dafs das Gas einen Geruch annimmt.

Atomengewicht des Osmiums.

Dieses habe ich ganz auf dieselbe Weise, wie bei den vorhergehenden Metallen bestimmt. Das Osmium giebt nämlich ein Kalium-Chloridsalz, dessen Bereitung und Eigenschaften ich weiter unten beschreiben werde, und dieses habe ich, nachdem es durch gelindes Glühen in Chlorgas getrocknet worden, durch Wasserstoffgas reducirt.

1,3165 Grm. dieses Salzes verloren durch Einwirkung des Wasserstoffgases 0,3805 Grm. an Chlor. Aus der rückständigen Masse wurde das Salz aufgelöst, das

letall ausgewaschen, und die Salzlösung in einem gewo- enen Platintiegel verdunstet. Sie gab 0,401 Grm., bis the zum Glühen erhitzten, Chlorkaliums. Der Metall- ehalt kann direct nicht scharf bestimmt werden, aber an erhält ihn, wenn man das Gewicht des Salzes von em der reducirten Masse abzieht. Er betrug 0,535 Grm.

Durch Berechnung findet man, dafs 0,401 Grm. Chlor- alium enthalten 0,19034 Grm. Chlor, von welcher Quan- ät das Doppelte, 0,38068, sehr nahe der gleich ist, elche beim Versuche fortging. In diesem Salze enthält so das Osmiumchlorid doppelt so viel Chlor als das hlorkalium, und man kann annehmen, dafs dieses Salz is $KCl^2 + OsCl^4$ besteht, um so mehr, als es, wie is entsprechende Iridium- und Platinsalz, in wasserfreien gulären Octaëdern anschiefst. Berechnet man das Ato- engewicht nach dem Kaliumsalz, so ergiebt es sich :1244,18, und, nach dem Chlorgehalt, =1244,24; das ittel von beiden ist =1244,21. Diefs Metall hat also hr nahe dasselbe Atomengewicht wie das Iridium und smium, mit denen es auch isomorph zu seyn scheint.

Chlorosmium.

Wenn man bei gewöhnlicher Temperatur Chlorgas ber Osmium leitet, so findet zwischen beiden keine chtbare Einwirkung statt. Erhitzt man aber das Metall, wird im ersten Augenblick ein schön dunkelgrünes ıblimat, welches Osmiumchlorür ist, gebildet, und wenn an das Gas in gröfserer Menge hinüberströmen läfst, so tsteht zugleich ein rothes pulverförmiges Sublimat, wel- es das Chlorid ist. Ich habe diesen Versuch mit einem lasrohre angestellt, aus welchem hinter einander mehrere ugeln geblasen waren. In der ersten lag das Osmium, elches mit einer Weingeistlampe erhitzt wurde, und aus r letzten wurde das Gas in kaustisches Ammoniak geleitet, n das Chlorid zurückzuhalten, welches dem Ueberschufs s Gases gefolgt war. Bei Fortsetzung des Versuches

sieht man, dafs das Chlorür sich sehr nahe am Osmium absetzt, während ein gelber Rauch dem Gase folgt und weiterhin niederfällt, wo es einen dunkel zinnoberrothen, pulverförmigen Ueberzug bildet.

Wenn man den Versuch mit einem nicht über Chlorcalcium gegangenen Chlorgase anstellt, und besonders, wenn die Flüssigkeit in dem Entwicklungsgefäfse warm wird und viel Wasser mit dem Chlorgase übergeht, so fängt das zuvor dunkelrothe Mehl an gelb zu werden, und einen durchsichtigen Ueberzug auf dem Glase zu bilden. Allmählig bilden sich darin Krystalle, deren Menge und Gröfse mit erhöhter Feuchtigkeit des Gases zunimmt. Als ich nach beendigtem Versuch die Röhre öffnete, um das Chlorgas herauszulassen, nahmen diese Krystalle sichtlich zu, so dafs, als ich es so ein Paar Stunden hatte stehen lassen, das Ganze krystallisirt war.

Das Chlorür schien nicht angeschossen zu seyn, allein diefs schien nur so wegen der Dicke der Schicht, denn als ich zu dem Ende des Rohrs hineinsah, fand ich, dafs die Innenseite desselben ganz mit grünen Krystallnadeln bedeckt war, welche von da in das Innere des Rohres reichten. Weiterhin war das Glas mit einer sternförmigen Vegetation von gelben Krystallen bedeckt, zwischen denen breitere citronengelbe Blätter angeschossen waren. Diese Krystalle waren so leicht schmelzbar, dafs sie durch die Wärme der Hand flüssig wurden. Noch näher an dem Ende, zu welchem das Gas herausging, und wo die Oeffnung eng war und die Luft langsamer hinzutrat, hatten sich dunkel zinnoberrothe Krystallvegetationen gebildet, welche bei Erwärmung in der Hand nicht flüssig wurden.

Dafs die grünen und rothen Krystalle Chlorür und Chlorid mit Krystallwasser waren, leidet keinen Zweifel; woraus aber die gelben Krystalle bestanden, habe ich nicht ausgemacht. Sie waren entweder Sesquichlorür oder Chlorid mit mehr Krystallwasser. Ich halte das Letztere

für das Wahrscheinlichste, theils wegen der reinen gelben Farbe, theils wegen der Leichtschmelzbarkeit.

Das Verhalten dieser Verbindungen zum Wasser ist sehr merkwürdig. Ich schnitt die letzte Kugel ab, welche nur Chlorid enthielt, und setzte zu diesem etwas Wasser. Das Chlorid löste sich bald darin auf, mit citronengelber Farbe, die sich in's Grüne zog. Als ich noch ein wenig Wasser hinzusetzte, wurde sie schön grün, und nun roch die Flüssigkeit zugleich nach dem flüchtigen Oxyd. In einigen Augenblicken wurde die Flüssigkeit dunkel und undurchsichtig, und darauf setzte sie ein bläuliches, flockiges, leichtes Coagulum von metallischem Osmium ab, und das Chlorid war in flüchtiges Oxyd, Metall und Salzsäure zerfallen. Daraus geht hervor, dafs das flüchtige Oxyd mehr als *zwei* Atomen Sauerstoff enthält.

Ich behandelte nun das Chlorür auf gleiche Weise, aber es fand sich, dafs sich neben ihm in derselben Kugel viel von den gelben, leicht schmelzbaren Krystallen abgesetzt hatten. In sehr wenig Wasser löste sich das Chlorür zu einer schön grünen Flüssigkeit, die, durch einen Tropfen Wasser mehr, bald undurchsichtig wurde. Als ich eine kleine Portion davon mit mehr Wasser versetze, zeigte sich, dafs das Chlorür dadurch auf gleiche Weise wie das Chlorid zersetzt wurde. Ich gofs die concentrirte Flüssigkeit in eine Flasche. Sie schien undurchsichtig zu seyn; aber an den Rändern konnte man sehen, dafs sie eine gelbbraune oder grüne Farbe besafs.

Ich löste nun etwas Chlorkalium in derselben auf und verdunstete sie, wodurch, ohne dafs sich der Geruch des flüchtigen Oxyds gezeigt hätte, eine verworren angeschossene Salzmasse mit Chlorkalium in Ueberschufs erhalten wurde. Es glückte das Doppelsalz geschwinder als das Chlorkalium aufzulösen; die Lösung wurde von demselben abgegossen und einer freiwilligen Verdunstung überlassen. Aufser Krystallen von Chlorkalium wurden

dabei hellbraune prismatische Krystalle des Doppelsalzes erhalten. In der Vermuthung, dafs dieses Salz ein Sesquichlorür-Doppelsalz sey, wollte ich das Chlorkalium mit Weingeist ausziehen; allein als die Flüssigkeit eine Stunde lang gestanden hatte, war das Osmium in derselben reducirt, und als die vom Alkohol nicht gelösten braunen Krystalle mit Wasser übergossen wurden, lösten sie sich mit braungelber Farbe. Diese Lösung schwärzte die Haut und trübte sich nach einer Weile in Folge von reducirtem Osmium. Die Eigenschaft des Doppelsalzes, reducirtes Osmium abzusetzen, habe ich nicht bei den auf andere Weisen bereiteten gefunden. Es roch dabei nicht nach flüchtigem Oxyd.

Das Osmium hat Doppelsalze vom Chlorid, wahrscheinlich vom Sesquichlorür und Chlorür, und endlich aller Vermuthung nach auch vom Sesquichlorid.

Doppelsalz des Chlorids mit Chlorkalium. Diefs erhält man, wenn man gepülvertes metallisches Osmium mit einer gleichen Gewichtsmenge Chlorkalium gut mischt, und bis zum anfangenden Glühen in Chlorgas erhitzt. Es geht dabei ein wenig Metall mit dem Chlorgase fort, welches man daher, um nichts zu verlieren, in Ammoniak auffangen mufs *). Das Chlor wird langsam absorbirt, und man erhält ein rothes ungeschmolzenes Pulver von einer etwas dunkleren Farbe, als die der Mennige. Es ist in Wasser, welches Salze enthält, träglöslich, und man kann daher das überschüssige Chlorkalium mit etwas kaltem Wasser ausziehen. Es löst sich in kaltem Wasser mit rein citronengelber Farbe auf. In siedendheifsem Wasser löst es sich in gröfserer Menge. Die Lösung ist

*) Ich kann hiebei die Beobachtung nicht übergehen, dafs, als ich, unbekannt mit diesem durch das Chlorgas herbeigeführten Verlust, zur Vermeidung des unangenehmen Chlorgeruchs, dieses Gas in trocknes Kalkhydrat leitete, dasselbe nach beendigter Operation sehr nach dem flüchtigen Oxyde roch, welches sich auf Kosten des Sauerstoffs der Kalkerde gebildet hatte.

dunkelgelb und zieht sich in's Grüne, aber nicht in's Rothe. Bei freiwilliger Verdunstung schiefsen aus derselben dunkelbraune, glänzende, octaëdrische Krystalle an. Tröpfelt man in Alkohol eine gesättigte Lösung dieses Salzes, so fällt es als ein krystallinisches Pulver von zinnoberrother Farbe nieder. Die weingeistige Flüssigkeit bleibt gelb. Tränkt man ein Stück Papier mit der wäfsrigen Lösung, und läfst es einige Zeit im Sonnenschein liegen, so entsteht eine Reduction, und das Papier nimmt eine blaue Farbe an, die nicht ausgewaschen werden kann. Erhitzt man dieses Salz für sich, so erträgt es ein gelindes Glühen, ohne sich zu zersetzen. Bei einer Hitze aber, bei welcher Glas erweicht, wird Chlor abgeschieden und ein wenig Chlorür sublimirt, und das rückständige Salz enthält ein Gemenge von Chlorkalium und weifsem metallisch glänzenden Osmium.

Wenn man dieses Salz mit mehr Osmium vermischt, bis zum vollen Glühen, wobei eine anfangende Zersetzung stattfindet, erhitzt, und nach dem Erkalten in Wasser löst, so ist die Lösung grüner wie zuvor, und beim Abdunsten derselben efflorescirt, nachdem sich anfangs Chlorid-Doppelsalz abgesetzt hat, zuletzt eine kleine Portion Chlorür-Doppelsalz, so dafs also hier kein Sesquichlorür-Doppelsalz, wie beim Iridium, gebildet wird. Von schwefliger Säure wird dieses Salz nicht zersetzt, auch nicht wenn man das Gemenge bis zum Sieden erhitzt. Wenn man dagegen das Salz in Salpetersäure auflöst, und die Flüssigkeit destillirt, geht das flüchtige Oxyd über und das Alkali bleibt als Salpeter, gemengt mit Chlorkalium, zurück.

Ob es *Sesquichlorür-Doppelsalze* gebe, kann ich nicht mit völliger Sicherheit entscheiden. Dafs das Kalium-Chloridsalz beim Schmelzen mit metallischem Osmium ein Gemenge giebt, woraus Chlorid- und Chlorür-Doppelsalze für sich anschiefsen, scheint dagegen zu sprechen; allein ich bin unschlüssig, für was ich das, schon beim

Chlorosmium erwähnte, braune, prismatische Salz halten soll. Auch nehmen die Osmiumsalze zuweilen eine braune, in's Purpurrothe fallende, Farbe an, welche weder dem Chlorid noch dem Chlorür angehört.

Als ich z. B. eine concentrirte Auflösung des Osmiumoxyds mit Salzsäure mengte und mit Quecksilber reducirte, bis der Geruch des Oxydes ganz verschwunden war, blieb eine gelbbraune Flüssigkeit zurück. Diese wurde nun filtrirt und unter einer, mit Luft erfüllten und am Boden Schwefelsäure enthaltenden, Glocke zur Trockne verdunstet. Sie gab einen glänzenden, purpurfarbenen Firnifs, der keine Zeichen von Krystallisation lieferte, an der Luft erweichte, sich sowohl in Wasser als Alkohol mit brauner Farbe löste, metallisch schmeckte, die Haut schwärzte, und mit Alkali erst ohne Trübung braun oder purpurfarben wurde, und dann bei gelinder Digestion ein schwarzes Oxyd absetzte, während die Farbe der Flüssigkeit heller wurde.

Eine andere Portion von Osmiumoxyd-Lösung wurde erstlich mit kaustischem Kali, und sodann mit Salzsäure und Quecksilber versetzt, und die Flüssigkeit, nachdem der Geruch des flüchtigen Oxyds verschwunden war, filtrirt und abgedunstet. Sie gab, mit Chlorkalium vermischt, ein braunes, in Weingeist wenig lösliches Doppelsalz, welches von dem Chlorür-Doppelsalze verschieden war, und also dem vorhergehenden Salze zu gleichen schien, mit dem Unterschiede, dafs es Sesquichlorür mit Chlorkalium verbunden enthielt, während jenes eine Verbindung von Sesquichlorür mit Quecksilberchlorid war.

Wenn von dem mit Osmiumchlorid gemengten und in Ammoniakgas aufgefangenen Chlorgase das überschüssige Ammoniak abgedunstet wird, so erhält man eine gelbbraune Auflösung, die ganz den Iridium-Sesquichlorürsalzen gleicht. Trocknet man sie ein, so ist der Salmiak braun. Sublimirt man den Salmiak in einem bedeckten

Gefäſse, so bleibt, wenn die Hitze nicht zu lange fortgesetzt wird, ein grünliches Salz zurück, welches Chlorür-Doppelsalz ist.

Wenn das Kalium-Osmium-Chloridsalz mit Ammoniak vermischt und abgedunstet wird, so erhält man nicht, wie beim Iridium, eine blaue, sondern eine dunkelbraune Auflösung, ganz der eines Sesquichlorür-Doppelsalzes von diesem Metalle gleich. Alle diese Thatsachen sprechen für das Daseyn des Osmium-Sesquichlorürsalzes, obgleich man nur erst durch die Analyse eines solchen auf bestimmte Weise abgeschiedenen Salzes darüber zur Gewiſsheit gelangen kann.

Die *Chlorürdoppelsalze* gleichen denen des Iridiums. Das Kaliumsalz erhält man, wenn man eine Auflösung des Kalium-Osmium-Chlorids in Wasser mit Alkohol vermischt, das gefällte Salz durch Filtriren absondert, und die gelbe Flüssigkeit destillirt, oder auch lange dem Sonnenlichte aussetzt. Während der Destillation schlägt sich viel Osmium nieder, welches, nachdem die Flüssigkeit concentrirt geworden, durch's Filtrum abgesondert wird. Ueberläſst man sie nun dem freiwilligen Verdunsten, so effloreseirt das Salz an den Kanten des Gefäſses. Reguläre Krystalle habe ich nicht erhalten können. Es löst sich weit träger im Weingeist als im Wasser.

Wenn das Kalium-Chloridsalz in kaustischem Ammoniak gelöst wird, so bleibt ein dunkelgrünes Pulver ungelöst, welches von gleicher Natur zu seyn scheint, wie das, welches man bei der Behandlung des Iridiumsalzes mit Ammoniak erhält. Wenn man die braune Lösung verdunstet, und den Rückstand, bis zur anfangenden Sublimation des Salmiaks, gelinde erhitzt, so bleibt das Chlorürdoppelsalz, gemengt mit Chlorkalium, zurück.

Daſs man das Ammonium-Osmium-Chlorür erhält, wenn man das mit überschüssigem Chlor gemengte Chlorid in Ammoniak auffängt, die Flüssigkeit eintrocknet,

und vom Rückstand den überschüssigen Salmiak bei gelinder Hitze in einem Destillationsgefäfse absublimirt, habe ich schon zuvor gesagt.

Sesquichloridsalz. Das Osmium giebt auch rothe Verbindungen von ganz unverkennbarer Aehnlichkeit mit den Sesquichloridsalzen des Iridiums. Diese haben sich bei meinen Operationen oft gebildet, ohne dafs ich eigentlich weifs, wie sie vorzugsweise entstehen. Die gröfste Menge eines solchen Salzes habe ich erhalten, wenn ich ein Gemenge von Iridium und Osmium in einem Strome von Sauerstoffgas erhitzte, und das überschüssige Gas in eine verdünnte Ammoniakflüssigkeit leitete, welche dadurch endlich ganz mit demselben gesättigt wurde. Diese ammoniakalische Flüssigkeit wurde, einige Tage darauf mit einem Ueberschufs von Salzsäure und mit ein wenig Quecksilber vermischt, unter öfterem Umschütteln 48 Stunden lang stehen gelassen, und, als der Geruch nach Osmiumoxyd verschwunden war, filtrirt. Die Flüssigkeit war bräunlich purpurfarben. Als sie zur Trockne verdunstet wurde, hinterliefs sie ein dunkelbraunes Salz, als eine etwas efflorescirte Masse.

Diefs Salz löste sich in Alkohol mit einer prächtig rothen, in's Purpurne spielende Farbe, die völlig eben so schön und intensiv wie die des mangansauren Kali's war. Der Alkohol liefs ein Salz ungelöst, welches, gut ausgewaschen, sich in Wasser mit dunkel purpurbraumer Farbe auflöste. Diese beiden Salze waren gänzlich frei von Quecksilber, und stellten Doppelsalze mit Chlorammonium dar. Das erste halte ich für Sesquichlorid, und das letzte für Sesquichlorür.

Das Sesquichlorid zersetzt sich nicht, wenn man den Alkohol abdestillirt. Ueberläfst man die Lösung dem freiwilligen Verdunsten, so giebt sie eine braune, verworren und efflorescenzartig krystallisirende Masse, welche sich in Wasser löst, mit tiefer, bis zur Undurchsichtigkeit dunkler, rother Farbe, welche bei Verdünnung in schöne Nüan-

ćen von Purpurroth und Rosenroth übergeht. Bei trockner Destillation giebt es Salmiak und reducirtes Osmium. Es wird in seiner Farbe durch Alkalien nicht verändert; wenn man es aber mit überschüssigem Alkali digerirt, so erleidet es von dem freigewordenen Ammoniak eine Einwirkung, und es scheinen niedere Oxydationsstufen zu entstehen.

Was ich bis jetzt über das Verhalten des Chlorosmiums zum Chlorkalium und Chlorammonium angeführt habe, zeigt eine grofse Uebereinstimmung zwischen den Verbindungen des Osmiums und denen des Iridiums. Da beide Metalle auch isomorph zu seyn scheinen, so entstehen dadurch auch krystallisirte Verbindungen von den Doppelsalzen beider, in welchen die Osmiumsalze der Einwirkung der Salpetersäure und des Sauerstoffs weit stärker widerstehen, als für sich allein. Bevor ich diefs Verhalten des Osmium ausgemittelt hatte, schien es, als wäre, unter gewissen Umständen, das eine Metall in das andere verwandelt worden. Wenn ich nämlich das Iridium mit Chlorkalium fällte und aus diesem Salze abschied, roch es beim Glühen nach Osmium; wenn ich dagegen das Salz mit kohlensaurem Kali zersetzte, entwickelte sich Osmiumoxyd, und wenn ich das gasförmige Osmiumoxyd in Ammoniak auffing, und dabei eine farbige Verbindung in der Flüssigkeit blieb, so schien es, als rührte diefs vom Iridium her.

Ob es ein dem flüchtigen Oxyde entsprechendes Chlorosmium giebt, ist mir nicht bekannt. Soviel ist gewifs, dafs dieses Oxyd bei Vermischung mit Salzsäure und Chlorkalium kein Doppelsalz giebt, sondern beim Verdunsten davon geht.

Oxyde des Osmiums.

Das Osmium giebt eine gröfsere Anzahl von Oxyden, als irgend ein anderes; denn es hat deren bestimmt *drei*, bestehend aus *einem* Atome des Metalls mit 1, 2

und 4 Atomen Sauerstoff, und sehr wahrscheinlich hat es noch *zwei*, deren Isolirung mir aber nicht geglückt ist, bestehend aus 3 Atomen Sauerstoff mit 1 und 2 Atomen Metall. Aufserdem giebt es, wie das Iridium, eine Verbindung von zwei Oxyden.

a) Das *Oxydul*. Diefs erhält man, wenn man das Doppelchlorür von Kalium und Osmium mit kaustischem Kali vermischt. Die Flüssigkeit trübt sich nicht sogleich, aber nach ein Paar Stunden hat es ein dunkelgrünes, fast schwarzes Hydrat vom Oxydul abgesetzt. Das überschüssig zugesetzte Kali hält eine Portion davon mit schmutzig grüngelber Farbe gelöst. Das gefällte Oxydul enthält Kali, welches sich durch Wasser nicht fortwaschen läfst. Es löst sich langsam, aber vollständig in Säuren, mit einer schwarzgrünen Farbe, wie die von Iridiumsalzen. Auch von Salpetersäure wird es in der Kälte mit grüner Farbe gelöst, und wenn die Säure damit gesättigt worden ist, trocknet die Lösung zu einem grünen durchsichtigen Firnifs ein. Die gesättigte Verbindung mit Schwefelsäure wird beim Eintrocknen dunkel braungrün, fast schwarz. Die Phosphorsäure giebt eine schwerlösliche Verbindung von gleicher Farbe. Von Salzsäure wird es mit der dunkel grünbraunen Farbe des Chlorür-Doppelsalzes aufgelöst. Erhitzt man das Oxydul bis zu anfangendem Glühen, so giebt es Wasser, aber keine Spur von dem flüchtigen Oxyde, wenn die Luft ausgeschlossen ist. Mit brennbaren Körpern detonirt es.

b) Das *Sesquioxydul*. Das Daseyn desselben scheint dadurch bewiesen zu seyn, dafs das Osmium ein blaues Oxyd hat, welches ganz dem blauen Iridiumoxyde gleicht, und also wahrscheinlich eine Verbindung von Oxydul und Sesquioxydul ist. Ich habe das letztere aber nicht isoliren können, weder auf trocknem noch auf nassem Wege. Wenn die Salze, von welchen ich zuvor angenommen habe, dafs sie das Sesquichlorür enthalten, mit Ausschlufs des ammoniakhaltigen Salzes, mit kaustischem Kali ver-

nischt werden, so werden die Auflösungen schöner pur-
purbraun als zuvor. Digerirt man das Gemenge, so fällt zuletzt ein schwarzes Oxyd nieder, und die Lösung wird rosenroth, wie die Lösung der Sesquichloridsalze. Der Niederschlag ist Oxydulhydrat. Meiner Meinung nach enthalten die rothen Lösungen ein Oxyd mit 3 Atomen Sauerstoff, das Sesquioxyd, proportional dem Sesquichloride.

c) Das *Oxyd*. Man erhält dasselbe, wenn man eine gesättigte Lösung des Kalium-Chloridsalzes mit etwas kohlensaurem Natron vermischt. Im ersten Augenblick scheint die Flüssigkeit keine Veränderung erlitten zu haben, aber nach einer Weile wird sie trübe und schwarz, und es scheidet sich Oxydhydrat aus, das allmählig zu Boden sinkt. Setzt man zu viel kohlensaures Natron hinzu, so erhält man eine dunkelbraune, undurchsichtige Flüssigkeit, welche zwar das meiste Oxyd fallen läfst, aber noch vieles aufgelöst behält, und erst nach einer langen Zeit allmählig absetzt. Erhitzt man sie bis zum anfangenden Kochen, so fällt das Oxyd nieder, und die Flüssigkeit wird farblos. Auf ein Filtrum gebracht, ist das Oxyd schwarz; es enthält Kali, welches sich nicht mit Wasser ausziehen läfst, welches man aber mit verdünnter Salzsäure fortnehmen kann, ohne dafs das Oxyd von ihr aufgelöst wird.

Die durchgegangene alkalische Flüssigkeit ist schwach gelb, wird aber noch gelber, wenn man sie mit Salzsäure sättigt, es zeigt sich dabei kein Geruch von dem flüchtigen Oxyd, zum Beweise, dafs hier keine Zersetzung in eine niedere, sich fällende, Oxydationsstufe und eine höhere, in der Flüssigkeit bleibende, stattgefunden hat.

Wenn man das Oxyd im Wasserbade trocknet, und alsdann in einem Strom von Kohlensäuregas erhitzt, so giebt es Wasser und darauf etwas flüchtiges Oxyd; aber das Oxyd, welches nach Erhitzung bis zum Glühen übrig bleibt, ist nicht, wie ich anfänglich glaubte, Sesquioxydul,

sondern Oxyd, denn es zeigt bei der Reduction mit Wasserstoffgas durchaus die Zusammensetzung des Oxydes.

Als ich ein Gemenge von Kalium-Osmium-Chlorid und wasserfreiem kohlensauren Natron erhitzte, erhielt ich ebenfalls ein wenig von dem flüchtigen Oxyd, welches dem Kohlensäuregase folgte, und in Ammoniak aufgefangen wurde. Die Masse wurde nicht bis zum Glühen erhitzt, sondern nur bis zum Aufhören der Gasentwicklung; als sie darauf mit Wasser und Salzsäure ausgelaugt wurde, gab sie nur Oxyd. Das mit Salzsäure gesättigte Ammoniak wurde, nachdem die Kohlensäure fortgegangen war, in einem Augenblick rosenroth.

Das auf die zuvor angeführten Weisen erhaltene Osmiumoxyd löst sich nicht in Säuren auf. Salzsäure färbt sich, nach langer Einwirkung, nur gelb davon. Dessen ungeachtet kann sich das Oxyd mit den Säuren zu Salzen verbinden; es giebt eine eigene Classe von Sauerstoffsalzen, welche man *Osmiumoxydsalze* nennen kann. Den Beweis darüber werde ich bei der Beschreibung des Schwefelosmiums geben.

d) Das *Bioxyd.* So will ich einstweilen das flüchtige Oxyd nennen, weil es doppelt so viel Sauerstoff als das Oxyd enthält, und weil der Name Sesquioxyd demjenigen Oxyde gegeben werden kann, welches, wie wir gesehen, muthmafslich vorhanden ist, und anderthalb Mal so viel Sauerstoff als das Oxyd enthält, oder aus $\dddot{\mathrm{Os}}$ besteht.

Das Bioxyd wird gebildet, wenn man das Osmium verbrennt, oder wenn man seine Oxyde oder Chlor-Doppelsalze mit Salpetersäure in der Wärme behandelt. Es besitzt, wie bekannt, einen sehr unangenehmen Geruch, ist ätzend, greift die Lungen an, reitzt zum Husten, bewirkt eine langwierige Schleimabsonderung, und erregt im Auge, selbst wenn seine Dämpfe es auch in einem sehr vertheilten Zustande treffen, einen brennenden Schmerz. Man erhält es am besten isolirt und rein, wenn man Osmium

in

in einer kleinen Glaskugel bis zum Glühen erhitzt und Sauerstoffgas darüber leitet. Das Osmium verbrennt, und das Oxyd setzt sich eine Strecke davon in dem Glasrohre oder dem Gefäfse ab. Wenn der Gasstrom nicht gar zu stark geht, so verdunsten mit dem Gase nur 2 bis 3 Proc des Oxyds, welche überdiefs in kaustischem Kali aufgefangen werden können. Das Oxyd setzt sich in weifsen glänzenden Krystallen ab; ein anderer Theil sammelt sich in flüssiger Gestalt, und gesteht zu einer krystallinischen Masse. Ich habe es mehrmals ganz farblos erhalten. Einige Male hatte der geschmolzene und erstarrte Theil einen Stich in's Gelbe, wovon aber die Ursache mir unbekannt ist.

Die Auflösung des Bioxyds in Wasser ist farblos, aber die von dem gelblichen zieht sich etwas in's Gelbe. Es löst sich sehr langsam in Wasser; man kann es darin schmelzen, ohne dafs das Wasser es eher, als nach einer langen Weile löst. Es löst sich farblos und leicht in Alkohol und Aether, wird aber von diesen Flüssigkeiten reducirt, so dafs, nach 24 Stunden, alles Metall herausgefällt ist. Alkohol und Aether, zu der wäfsrigen Lösung des Oxyds gesetzt, fällen nichts und reduciren auch nichts; allein Talg, fette Oele und dergleichen Stoffe wirken reducirend auf das Oxyd; denn wenn man den Pfropfen zu der Flasche, worin man das Oxyd bewahrt, mit Talg bestreicht, so wird er innerhalb ein Paar Stunden geschwärzt.

Seinen Kochpunkt und die Tension seiner Dämpfe zu untersuchen, habe ich nicht Gelegenheit gehabt. Es verdunstet in Wasserstoffgas, ohne reducirt zu werden; wenn man aber das Gemenge durch äufsere Erhitzung in einem Punkt entzündet, so bilden sich Wasser und Osmium, ohne dafs sich jedoch die Verbrennung weiter fortpflanzt oder eine Explosion einstellt, wie ich schon bei der Bereitung des Osmiums gezeigt habe.

Von Schwefelwasserstoffgas wird es ohne äufsere

Wärme zerlegt; allein es erwärmt sich dabei, wird flüssig und verflüchtigt sich, so dafs das Gefäfs sich auf allen Seiten mit Schwefelosmium auskleidet. Ich hatte gehofft auf diese Weise die sublimirten Krystalle des Oxyds, unter Beibehaltung ihrer Form, in Schwefelosmium zu verwandeln, welches sodann bequem zu analysiren gewesen wäre; allein die Hervorbringung dieser Epigenie wollte nicht glücken.

Ungeachtet der Geruch dieses Oxydes ein höchst empfindliches Reagenz auf die Gegenwart des Osmiums ist, so hat man doch ein noch empfindlicheres und bequemeres in der Wirkung des gasförmigen Oxydes auf die Weingeistflamme. Legt man auch nur ein ganz kleines Körnchen Osmium auf ein Platinblech nahe an den Rand, und bringt diesen in die Weingeistflamme, so dafs das Osmium erhitzt wird, ein Theil der Flamme jedoch ungehindert an dem Rande in die Höhe steigt, so wird die Flamme daselbst auf einmal leuchtend, gleich als wenn man reines ölbildendes Gas verbrennte. Die Ursache hievon ist leicht einzusehen. Das Oxyd oxydirt nämlich den Wasserstoff, und dadurch werden in der Flamme gemeinschaftlich Kohle und Osmium in starrer Form ausgeschieden, die nun daselbst glühen und leuchten. Dieselbe Wirkung übt das Chlorgas aus gleichen oder ähnlichen Ursachen auf die Weingeistflamme aus, wenn es gegen dieselbe geleitet wird. Das Leuchten der Flamme hält übrigens so lange an, als noch etwas Osmium vorhanden ist.

Hat man statt des Osmium ein Iridium, welches Spuren von Osmium enthält, und erhitzt es auf dieselbe Weise, so sieht man deutlich, wie die Flamme auf einen Augenblick leuchtend wird, obgleich nicht so auffallend, wie beim reinen Osmium; auch hört das Leuchten bald auf, nicht weil alles Osmium schon fortgegangen ist, sondern deshalb, weil beide sich zu einer feuerfesten Verbindung oxydiren, welche keiner höheren Oxydation fähig

ist. Schiebt man nun das Platinblech so weit in die Flamme, dafs das Metall in deren inneren nicht mehr brennenden Theil gelangt, so wird dasselbe reducirt. Dann entzündet es sich wieder am Rande der äufseren Flamme, glüht einen Augenblick, und macht die Flamme leuchtend; darauf kann man es wieder zum Weifsglühen erhitzen, ohne dafs der Osmium-Geruch entsteht oder ohne dafs es sonst verändert wird. Nach einer neuen Reduction stellt sich dieselbe Erscheinung wieder ein, und sie ist selbst noch ganz deutlich, wenn man bei Erhitzung des reducirten Metalls die Bildung des Osmiumoxyds nicht mehr durch den Geruch mit Deutlichkeit wahrnehmen kann. Auf diese Weise habe ich noch Osmium in einem Iridium gefunden, welches zuerst mit Sauerstoff behandelt, darauf reducirt, und nun in Chlorür verwandelt worden war. Bei beiden Operationen ging Osmium fort. Darauf wurde das Chlorür in einer Porcellanretorte geglüht, so lange als noch Chlorgas fortging; auch hiebei hatte sich mit dem Chlor noch eine Spur von Osmium nebst Iridium verflüchtigt, und dessen ungeachtet gab das reducirte Iridium bei Erhitzung in der Weingeistflamme noch eine Spur von Osmium zu erkennen. Man sieht hieraus, mit welcher Festigkeit diese Metalle zusammenhalten, und wie schwer es ist, ein von Osmium ganz freies Iridium zu erhalten.

Die Zusammensetzung dieses Oxyds ist leicht mit hinreichender Genauigkeit zu bestimmen. Ich glühte das Osmium, um es zu trocknen, in Wasserstoffgas, und trieb darauf dieses aus, als das Metall noch warm war. Das Osmium wurde nun gewogen und in eine Glasröhre gelegt, an welcher zwei Kugeln in einem kleinen Abstande ausgeblasen waren. Das eine, dem Osmium am nächsten befindliche Ende wurde mit einer kleinen Retorte verbunden, die geschmolzenes chlorsaures Kali enthielt, welches schon früher einmal zur Bereitung von Sauerstoffgas angewandt worden war, also weder Wasser noch

einen brennbaren Stoff enthielt. Das andere Ende wurde in ein gewogenes und mit Stücken von befeuchtetem kaustischem Kali gefülltes Rohr geleitet, mit welchem das im Sauerstoffgas verdunstete Oxyd aufgefangen werden sollte.

0,278 Grm. Osmium, welche mit Hinterlassung von 0,003 Grm. osmiumhaltigem Iridium verbrannt wurden, gaben in der leeren Kugel 0,36 Grm. Osmiumoxyd, und in dem Rohre mit Alkali 0,005 Grm. Osmiumoxyd, so vollständig condensirt, dafs die gefärbten Stücke des Alkali's nur eine Länge von einer Viertellinie hinter dem Korke einnahmen und das herausgehende Sauerstoffgas geruchlos war.

0,275 Grm. Metall hatten also 0,365 Grm. Oxyd gegeben oder 0,090 Grm. Sauerstoff aufgenommen. 1244 Theile Metall hätten danach 407 Th. Sauerstoff aufgenommen. Die Abweichung von 400 oder dem Gewichte von 4 Atomen Sauerstoff, fällt bei diesem Versuche, der mit so kleinen Mengen angestellt werden mufste (denn mein ganzer Vorrath von Osmium betrug noch nicht 2 Grm.) auf so geringe Gewichtstheile, dafs sie unmöglich mit Sicherheit bestimmt werden kann.

Ich hatte erwartet, dafs dieses Oxyd entweder aus einem Atome Radical und 3 Atomen Sauerstoff, oder aus 2 Atomen Radical und 5 Atomen Sauerstoff bestehen würde; allein das angeführte analytische Resultat ist so entscheidend, dafs kein Zweifel wegen seiner Richtigkeit entstehen kann. Es hätte nur dadurch ein Fehler entstehen können, dafs Kohlensäure oder Wasser in dem Rohre mit kaustischem Kali absorbirt worden wäre; da aber die ganze Absorption hier nur 5 Milligramm betrug, so konnte folglich dadurch kein merklicher Fehler herbeigeführt werden.

Ein Oxyd, bestehend aus 4 Atomen Sauerstoff und einem Atome eines unorganischen Radicals, ist eine nach den bisherigen Erfahrungen eine sehr ungewöhnliche Zusam-

mensetzung. Das Ungewöhnliche hierin verschwindet aber, wenn man das Atomengewicht auf die Hälfte reducirt, d. h. annimmt, dafs das Osmiumoxydul, gleich dem Kupferoxydul, aus 2 Atomen Metall und *einem* Atome Sauerstoff bestehe, wonach das Osmiumbioxyd dem Kupfersuperoxyd, und die rosenrothen Salze des Iridiums und Osmiums genau den rothen Rhodiumsalzen entsprechen würden. Dagegen scheint sich indefs der Einwurf machen zu lassen, dafs das Osmium, Iridium, Platin und Palladium zu einer und derselben Reihe von isomorphen Körpern gehören, dafs, nach Dulong's und Petit's Versuchen über das Verhältnifs zwischen der specifischen Wärme und den Atomengewichten, das Atomengewicht des Platins beibehalten werden mufs, um gleiches Resultat mit den übrigen untersuchten Metallen zu bekommen, und dafs das Sesquioxydul des Iridiums, dessen Daseyn aufser allem Zweifel gesetzt ist, dann aus 4 Atomen Radical und 3 Atomen Sauerstoff bestehen würde, was zwischen unorganischen Körpern ein wenigstens eben so ungewöhnliches Verhältnifs wäre, wie das von einem Atome Radical und 4 Atomen Sauerstoff. Dieser Punkt mufs folglich bis weiteres unentschieden bleiben.

Blaues Osmiumoxyd. Tennant hat gefunden, dafs eine Lösung des flüchtigen Oxyds bei Vermischung mit einer Lösung des Galläpfel-Gerbstoffs blau wird; und bei andern Versuchen sieht man gleichfalls eine geringe Menge eines blauen Sublimats entstehen. Diese Erscheinungen rühren von der Bildung eines blauen Oxyds her, das an Farbe völlig dem blauen Oxyde des Iridiums gleicht, und wahrscheinlich auch dessen Zusammensetzung besitzt. Ich habe angeführt, dafs es muthmafslich aus Oxydul und Sesquioxydul besteht, obgleich das letztere beim Osmium nicht auf eine entscheidende Art hat dargestellt werden können. Es ist bekannt, dafs man diese Oxyde auch als aus Oxydul und Oxyd bestehend ansehen kann, und dafs folglich die Verbindung, welche beim Iridium aus

Oxydul und Sesquioxydul besteht, beim Osmium, wenn es kein Sesquioxydul hat, ohne Aenderung in der procentischen Zusammensetzung, aus Oxydul und Oxyd bestehen kann *).

Wenn eine Auflösung des Osmiumoxyds in Wasser mit schwefliger Säure vermischt wird, so ändert sie bald ihre Farbe. Durch eine geringe Menge von der Säure wird sie gelb oder klar brandgelb, wahrscheinlich vermöge der Bildung von schwefelsaurem Oxyd; durch eine gröfsere Menge wird sie braun gefärbt, gleich als wenn sich schwefelsaures Sesquioxydul gebildet hätte. Ein noch gröfserer Zusatz von der Säure färbt die Lösung grün, und ein Ueberschufs endlich macht sie tief blau, wie eine Auflösung von Indigo in Schwefelsäure. Auch wenn sogleich ein Ueberschufs von schwefliger Säure hinzugesetzt wird, geht die Lösung diese Nüancen hindurch, aber ziemlich rasch. Wünscht man, dafs die Farbe der Lösung auf einem gewissen Punkt stehen bleiben soll, so mufs man die schweflige Säure in kleinen Portionen hinzusetzen, und jedesmal ein Paar Stunden warten, damit die Säure Zeit habe sie zu oxydiren.

Die blaue Flüssigkeit enthält kein flüchtiges Oxyd und kann daher abgedunstet werden. Dabei verfliegt der Ueberschufs von schwefliger Säure, und es bleibt ein blaues schwefelsaures Salz zurück, welches zu einer gesprungenen, aber doch weichen Masse eintrocknet, die etwas vom Kupferglanz besitzt. Nach gänzlicher Eintrocknung löst sie sich nicht mehr vollständig in Wasser, sondern dieses zieht nur eine sehr saure blaue Flüssigkeit aus. Der Rückstand kann ausgewaschen werden; das Ausgewaschene besitzt aber die Eigenschaft, dafs es, wenn es im feuchten Zustand an der Luft liegen bleibt, dem Wasser, womit man es auswäscht, auf eine Weile wieder eine blaue Farbe ertheilt. Im noch feuchten Zustande

*) Bekanntlich geben Verbindungen wie $\dot{R}+\dddot{R}$ und $2\dot{R}+\ddot{R}$ dasselbe *Verhältnifs* zwischen Sauerstoff und Metall.

bildet die Masse elastische Schuppen, welche das Wasser lange zurückhalten, und beim Trocknen stark zusammenschrumpfen, wobei sie glänzend werden, und dieselbe Farbe annehmen, die der Indigo durch Reiben mit einem polirten Körper erhält. Vor der Eintrocknung ist das blaue Salz, mit Beibehaltung seiner Farbe, sowohl in kohlensauren als kaustischen Alkalien löslich. Aus dieser Lösung wird es zum gröfsten Theil durch Salzsäure gefällt. Die übrigbleibende saure Lösung ist braun.

Wenn man das trockne blaue schwefelsaure Salz für sich in einem Destillationsgefäfse erhitzt und die Producte in Ammoniak auffängt; so geht zuerst Wasser fort, dann kommt flüchtiges Oxyd, welches sich in dem Ammoniak mit dunkelgelber Farbe löst; hierauf entweicht neben dem flüchtigen Oxyd ein blaues Sublimat in reichlicher Menge, von dem viel in das Ammoniak übergeht, und endlich bleibt, nach vollem Glühen, Osmium von blauweifsem Metallglanz zurück, welches die Form der eingelegten Stücke behalten hat. Die erhaltene ammoniakalische Flüssigkeit ist purpurbraun, wird beim Verdunsten dunkelbraun, und giebt nach dem Verdunsten eine eben so gefärbte Salzmasse, welche ein schwefelsaures Sesquioxydul zu seyn scheint. Versetzt man sie vor dem Verdunsten mit kohlensaurem Natron, so bekommt man nach Verjagung des Ammoniaks eine dunkelblaue Lösung, die eingetrocknet einen in Wasser wieder löslichen Rückstand giebt.

Wenn das blaue schwefelsaure Salz in Wasserstoffgas erhitzt wird, so giebt es zuletzt ein blaues Sublimat, wasserhaltige Schwefelsäure, Wasser und Schwefelwasserstoff, während geschwefeltes Osmium, wenn gleich vielleicht nicht ganz mit Schwefel gesättigt, zurückbleibt.

Wenn man die saure blaue Flüssigkeit mit Eisen und so vieler Salz- oder Schwefelsäure, als zur reichlichen Wasserstoffgasentwicklung erforderlich ist, versetzt, so wird Osmium reducirt; aber die Farbe der Flüssig-

keit ist hernach dunkelgrüner, als die einer Eisenlös und das gefällte Osmium giebt, nachdem es ausgewasc ist, bei Erhitzung in Wasserstoffgas, Wasser, ein we blauen Sublimats und Schwefelwasserstoffgas, zum weise, dafs es weder recht metallisch noch frei von Sch felsäure war. Sogar das blaue Oxyd, welches man hält, wenn man die Schwefelsäure in dem blauen Sa mit kohlensaurem Natron übersättigt, giebt, nachdem gut ausgewaschen ist, Schwefelwasserstoffgas bei Reducti mit Wasserstoffgas.

Wenn Osmium, welches eine geringe Menge Schw fel enthält, in Sauerstoffgas erhitzt wird, so bekom man, aufser dem weifsen Oxyde, ein blaues Sublimat, w ches weit weniger flüchtig als das Bioxyd und fast unl lich in Wasser ist. Diefs ist schwefelsaures blaues C miumoxyd. Wenn fein gepülvertes Osmium-Iridium i saurem schwefelsaurem Kali in einem Destillationsgefä geglüht wird, so erhält man dasselbe blaue Sublimat; al diefsmal enthält es so viel Säure, dafs es sich in W ser löst.

Schwefelosmium.

Aus dem oben Angeführten hat man gesehen, wel besondere Verwandtschaft das Osmiumoxyd zur Schv felsäure besitzt; eine eben so bestimmte und grofse V wandtschaft hat das Metall zum Schwefel. Alle Auf sungen desselben, vom Bioxyde an bis zu den Chlor doppelsalzen, werden durch Schwefelwasserstoffgas z setzt. Die rosenrothen Lösungen werden indefs schv rer als die andern zersetzt, denn das Schwefelwass stoffgas kann lange hindurchströmen, ehe sich ein N derschlag zeigt; wenn man aber die Flüssigkeit, na dem sie mit Schwefelwasserstoffgas gesättigt ist, in e Flasche verschliefst und stehen läfst, so fällt endl Schwefelosmium mit braungelber Farbe nieder. W

rothe Salz mit mehreren andern Salzen gemischt, und Flüssigkeit sehr verdünnt ist, kann sie indeſs, nach Sättigung mit Schwefelwasserstoffgas, mehrere Wo- lang stehen, ohne daſs sie ihre rothe Farbe verliert. Schwefelwasserstoffgas läſst sich von ihr abdunsten, das Salz durch Eintrocknung erhalten.

Die Auflösung des Bioxydes wird durch Schwefel-sserstoffgas sogleich vollständig und mit schwarzer, in's une neigender Farbe gefällt; allein der Niederschlag zt sich nicht eher zu Boden, als bis man eine freie Säure zusetzt. Die Chlor-Doppelsalze, mit Schwefelwasser-ffgas gefällt, geben gelbbraune, dunkle Niederschläge, lche sich in Wasser etwas und mit gelber oder roth-ber Farbe, die ganz der des Schwefeliridiums gleicht, sen. Diese Niederschläge können also niemals völlig gefällt werden. Das Schwefelosmium löst sich, wie s Schwefeliridium, beim Verdunsten auf, wenn die üssigkeit freie Salpetersäure enthält. Trocknes Schwe-losmium ist in kaustischen und kohlensauren Alkalien nz unlöslich, und in feuchtem Zustande ist es in ihnen cht löslicher, als im Wasser.

Wenn der durch Zersetzung des flüchtigen Oxyds haltene Niederschlag getrocknet, und in einem luftlee-n Destillationsgefäſse erhitzt wird; so geht Schwefel rt, und bei einer gewissen Temperatur zeigt der Rück-nd eine Feuererscheinung, wobei er decrepitirt, und au und metallglänzend wird, ohne daſs die Barometer-obe eine Aenderung dabei erleidet. Wenn das, vom erschüssigen Schwefel durch gelindes Glühen befreite smium in Wasserstoffgas erhitzt wird, so geht Schwe-lwasserstoffgas fort und es wird Osmium reducirt, aber hr langsam. Das Osmium steht genau auf der Gränze vischen einem noch reducirbaren Metall und einem, dem r Wasserstoff den Schwefel nicht mehr entzieht. Noch chdem man es 3 bis 4 Stunden lang in Wasserstoff-s gelinde geglübt hat, zeigt das fortgehende Gas eine

Spur von Schwefelwasserstoffgas auf einem, mit Bleizukkerlösung getränktem Papier.

Ich reducirte eine sehr kleine Quantität von Schwefelosmium, das im luftleeren Raum geglüht worden war, mit Wasserstoffgas, und als sich sein Gewicht in der letzten halben Stunde beim Wiegen nicht merklich verändert fand, hielt ich es für reducirt. 0,144 Grm. hatten 0,041 Grm. Schwefel verloren und 0,103 Metall zurückgelassen. Diefs beweist also, dafs das Osmium im Glühen mehr als zwei Atome Schwefel zurückhalten kann, da das Resultat, so nahe als man nur erwarten kann, einer Verbindung von 2 Atomen Radical und 5 Atomen Schwefel, oder der Formel: $Os S^2 + Os S^3$ entspricht; denn $103 : 41 = 1244 : 495$, und $2\frac{1}{2}$ Atom Schwefel wiegen 502,90.

Das auf nassem Wege gefällte Schwefelosmium löst sich eben so leicht wie das Schwefeliridium in Salpetersäure auf. Ist das Schwefelmetall im Ueberschusse da, so bildet sich eine dunkle braungrüne Flüssigkeit, welche schwefelsaures, in Wasser und Alkohol leicht lösliches, Osmiumoxydul enthält, weder durch kaustische noch kohlensaure Alkalien gefällt wird, und mit diesen zu einer efflorescirenden grünbraunen Masse eintrocknet, die an der Luft trocken bleibt. Mit Ammoniak gesättigt, zeigt sie dieselben Erscheinungen; wenn man aber die trockne Masse destillirt, so gehen Ammoniak, schwefligsaures Ammoniak und Wasser fort, und Schwefelosmium bleibt mit grauem Metallglanz zurück.

Behandelt man das Schwefelosmium mit Salpetersäure in Ueberschufs, und destillirt die Flüssigkeit, so enthält das Destillat flüchtiges Oxyd, und in der Retorte bleibt eine dunkle gelbbraune, syrupsdicke Masse, welche schwefelsaures Osmiumoxyd ist. Diefs löst sich in Wasser mit brandgelber Farbe, die der einer Auflösung des Platins in Königswasser gleicht. Die Lösung schmeckt zusammenziehend, weder sauer noch metallisch, röthet aber

Lackmuspapier stark. Sie wird von Alkalien gefällt, von schwefliger Säure etwas gebleicht, aber nicht blau gefärbt, und von Chlorbaryum, wie das schwefelsaure Platinoxyd und Iridiumoxyd, mit gelber Farbe niedergeschlagen. Diefs Verhalten zeigt also, dafs es eine Classe von Sauerstoffsalzen giebt, welche man Osmiumoxydsalze nennen kann.

Die von mir angestellten Versuche geben sicherlich andere Begriffe vom Osmium, als man bisher von demselben gehabt hat; aber dennoch darf man sie nur als die ersten Umrisse zur Geschichte dieses und der übrigen Begleiter des Platins ansehen, einer Geschichte, deren Ausarbeitung eben so mühsam als langwierig ist.

5. Methode, die Platinerze zu zerlegen, und Zerlegung einiger derselben.

Zuvörderst sondert man die Körner mechanisch von einander, welche sich durch ihr Ansehen von den übrigen unterscheiden. Dann versucht man, ob der Magnet einige von ihnen ausziehe. Der Platinsand enthält, aufser den durch Osann darin entdeckten Flitterchen von gediegenem Eisen, oft metallische Verbindungen von Eisen und Platin, welche nicht nur vom Magnete angezogen werden, sondern sogar selbst Polarität besitzen. Diese haben eine andere Zusammensetzung als die unmagnetischen Körner. Man zieht sie mit den Magneten aus, und bestimmt ihre relative Menge.

Darauf behandelt man die Probe mit verdünnter Salzsäure. Der Zweck hiebei ist, sie von dem Ueberzug von Eisenoxyd, mit dem sie oft bekleidet sind, zu befreien, und das metallische Eisen aufzulösen. Dann wird die Menge des Eisens, welche auf diese Weise in der Probe gefunden ist, bestimmt.

Die Probe darf nicht geglüht werden, ohne dafs man sie nicht zuvor gewogen hat, denn sie bekleidet sich gewöhnlich dabei mit einer Haut von Eisenoxyd und nimmt

an Gewicht zu. Es ist hinreichend, sie auf einer heifsen Sandcapelle zu trocknen.

Der Plan zu der eigentlichen Analyse würde sich nach der Menge und Natur der Bestandtheile des Platinerzes richten; allein er bleibt für alle bis jetzt bekannten Platinerze, sowohl für die aus Asien, als für die aus America, derselbe, da sie alle dieselben Bestandtheile, nur in etwas veränderten Verhältnissen, enthalten. Diese Bestandtheile, nach ihrer relativen Menge geordnet, sind: Platin, Eisen, Iridium, Kupfer, Rhodium, Palladium und Osmium. Iridium und Osmium finden sich in den Platinerzen in zwei verschiedenen Zuständen, entweder als wirklich legirt mit den übrigen Metallen, oder nur eingeschmolzen in deren Masse, als kleine Partikeln von Osmium-Iridium. Im ersten Falle lösen sie sich mit dem Platin auf; im letzteren bleiben sie ungelöst zurück, als glänzende weifse Flitterchen, die so zart und leicht sind, dafs sie auf der Haut ausgestrichen werden können. Wenn gröfsere Körner von Osmium-Iridium zurückbleiben, so ist diefs ein Beweis, dafs man sie nicht gehörig ausgelesen hat. Es kann bisweilen von Wichtigkeit seyn, ihre relative Menge zu bestimmen; diefs geschieht am besten dadurch, dafs man das Uebrige auflöst.

Man darf von der Probe keine zu grofse Quantität nehmen; 5 Gramm. sind schon zu viel, 2 Gramm. schienen mir am bequemsten. Indefs mufs man zuweilen, wenn es sich darum handelt, die Menge eines nur in sehr geringer Quantität darin befindlichen Bestandtheils mit aller Genauigkeit zu bestimmen, eine gröfsere Quantität auflösen, und dann alle übrigen Bestandtheile, aufser dem gesuchten, vernachläfsigen.

Ich bewerkstelligte die Lösung des gewogenen Metalls mittelst Königswasser in einer mit einer abgekühlten Vorlage versehenen Glasretorte. Die Säure, welche während des Auflösens überdestillirt, ist gelb; diefs rührt *nicht blofs* vom Chlor her, sondern auch von den Be-

standtheilen der Lösung, die während des Aufbrausens in einer feinen Wolke in die Höhe getrieben werden, und wegen des entweichenden Stickstoffoxydgases nicht wieder in die Retorte zurückfallen können; sogar Flitterchen von Osmium und Iridium findet man auf diese Weise übergeführt. Die Säure wird abdestillirt, bis die Flüssigkeit die Consistenz eines Syrups hat, und beim Erkalten gesteht. Die Salzmasse wird in möglichst wenigem Wasser gelöst, und die Lösung mit der gehörigen Vorsicht abgegossen. Der ungelöste Rückstand wird mit der übergegangenen Säure übergegossen, und mit derselben abermals destillirt. Hiebei löst sich gewöhnlich, was beim ersten Male ungelöst blieb. Die Flüssigkeit wird ebenfalls bis zur Syrupsconsistenz abdestillirt. Wenn das Destillat nicht farblos ist, mufs es nochmals umdestillirt werden. Es enthält gewöhnlich Osmiumoxyd, wovon dann bei den Umdestilliren etwas verloren geht; allein die Quantität desselben ist im Allgemeinen sehr gering.

Das farblose Destillat wird mit Wasser verdünnt, und gesättigt entweder mit kaustischem Ammoniak, oder, wenn man diefs zu kostbar finden sollte, mit Kalkhydrat; doch mufs die Säure etwas in Ueberschufs bleiben. Durch diese Sättigung wird beabsichtigt, dafs das Schwefelwasserstoffgas, mit welchem man hernach die Flüssigkeit fällt, nicht durch den Einflufs der Säuren zersetzt werde. Diese Fällung mufs in einer Flasche vorgenommen werden, welche zugepfropft werden kann und von der Flüssigkeit fast gefüllt wird. Sobald die Flüssigkeit freies Schwefelwasserstoffgas enthält, wird die Flasche zugepfropft und zum Klären hingestellt. Dazu sind bisweilen ein oder zwei Tage erforderlich. Das Klare wird mit einem Stechheber abgenommen und das Schwefelosmium auf ein gewogenes Filtrum gebracht, gewaschen, getrocknet und gewogen. Nach der Theorie sollten in dem so erhaltenen Schwefelosmium 60,6 Proc. Metall enthalten seyn; allein man erhält es nicht frei von überschüssigem Schwefel

und von Feuchtigkeit, auch oxydirt es sich etwas beim Trocknen. Nach einigen Versuchen mit gewogenen Quantitäten, habe ich gefunden, dafs dieses Schwefelosmium, so wie man es bei dem angeführten Versuche bekommt, 50 bis 52 Procent Osmium enthält. Gewöhnlich sind die Quantitäten des Osmiums so gering, dafs es von keinem Belange für die Analyse ist, ob man in der Berechnung des Osmiumgehalts dieses Präparats einen Fehler von ein Paar Procenten begeht.

Wir kommen nun auf die Metalllösung zurück. Es geschieht bisweilen, dafs nach der Auflösung der Salzmasse die Flüssigkeit nach Chlor riecht. Diefs rührt von der Zersetzung des Palladiumchlorids her. Die Lösung mufs dann so lange in Digestion gestellt werden, bis aller Geruch von Chlor verschwunden ist. Sollte dabei eine Trübung entstehen, so rührt diese von Palladiumoxyd her, das man dann auflösen mufs. Die Lösung filtrirt man durch ein gewogenes Filtrum, worauf die ungelösten Theile zurückbleiben. Diese bestehen aus Körnern von Osmium-Iridium, aus den erwähnten Flitterchen derselben Metallverbindung, aus Sandkörnern u. dgl, welche man vor der Analyse nicht entfernen konnte. Zuweilen erhält man überdiefs ein schwarzes, wie Kohle aussehendes Pulver, welches beim Waschen durch das Filtrirpapier gehen will. Diefs ist Iridiumoxyd. Man bekommt es hauptsächlich, wenn das Königswasser zu viel Salpetersäure enthält. Bei der Concentration der Salzlösung oxydirt sich nämlich das Iridium durch die Salpetersäure, und es geht Chlor fort. Darus entsteht der Nachtheil, dem jetzt schwerlich abzuhelfen ist, dafs man das Iridium von dem Osmium-Iridium nicht abscheiden kann, weil sie in allen Flüssigkeiten unlöslich sind. Man mufs folglich vom Anfange an danach trachten, diesem Uebelstande zuvorzukommen.

Die filtrirte Lösung wird mit dem Doppelten ihres *Volumens* an Alkohol von 0,833 spec. Gew. vermischt,

wodurch sie ungefähr auf einen Alkoholgehalt von 60 Procenten ihres Volumens kommt. Nun setzt man eine concentrirte Lösung von Chlorkalium in Wasser hinzu, so lange als dadurch noch etwas gefällt wird. Der Niederschlag besteht aus Kalium-Chloridsalzen von Platin und Iridium, verunreinigt mit dem von Rhodium, und ein wenig von dem von Palladium, welche ungefähr auf gleiche Weise gefällt werden, wie überhaupt alle Krystalle etwas von den Salzen der Mutterlauge mitnehmen. Der Niederschlag ist schön citronengelb, wenn er von Iridium frei ist, besitzt aber alle Nüancen vom Roth, vom Brandgelb bis zur Zinnoberfarbe, wenn er Iridium enthält. Er wird auf ein Filtrum gebracht, und mit 60 procentigem Weingeist, dem eine geringe Menge von concentrirter Chlorkaliumlösung zugesetzt ist, ausgewaschen. Man wäscht ihn damit so lange, bis das Durchgehende nicht mehr von Schwefelwasserstoffgas gefällt wird.

Die analytischen Operationen zerfallen nun: *A*, in die Behandlung des gewaschenen Niederschlags, und *B*, in die der weingeistigen Flüssigkeit.

A. Das gewaschene Doppelsalz wird getrocknet und höchst genau mit einem gleichen Gewichte kohlensauren Natrons gemengt. Das Filtrum, mit dem, was nicht davon abgesondert werden kann, wird verbrannt, und die Asche, nachdem sie mit etwas kohlensaurem Natron vermischt worden, dem Uebrigen hinzugelegt. Das Ganze wird in einen Porcellantiegel gelegt und sehr gelinde erhitzt, bis die Masse durch und durch schwarz ist. Wenn dieser Versuch im Platintiegel angestellt wird, so setzt man sich der Gefahr aus, dafs, was sehr leicht geschieht, die Tiegelmasse durch die Einwirkung des Alkali's Chlorür mit dem Chloridsalze giebt, wodurch man in der Analyse einen unerwarteten Uberschufs bekommt.

Bei dieser Behandlung werden die Doppelsalze des lkali's zerlegt, und das Platin, dessen Sauerstoff mit der ohlensäure fortgeht, reducirt, während das Rhodium und

Iridium oxydirt zurückbleiben, in einem Zustande, welcher erlaubt, das Platin von ihnen durch Auflösen abzusondern. Wenn man statt dessen, wie gewöhnlich, die Fällung mit Salmiak bewirkt, so werden, bei Erhitzung des Niederschlags in einem Tiegel, sowohl das Rhodium, als auch das Iridium, neben dem Platin, reducirt, und bei nachheriger Behandlung mit Königswasser wieder gelöst.

Die erhitzte Salzmasse wird mit Wasser ausgelaugt. Wenn dadurch das meiste Salz fortgeschafft ist, wird verdünnte Salzsäure hinzugesetzt, um aus den Iridium- und Rhodium-Oxyden das darin enthaltene Alkali auszuziehen, worauf diese ausgewaschen, getrocknet und geglüht werden. Man kann das Filtrum verbrennen und die Asche desselben abrechnen; allein es ist dabei zu bemerken, daſs man dasselbe besonders verbrennen muſs, damit die Oxyde nicht von den aus dem Papier entwickelten brennbaren Gasen reducirt werden. Darauf wägt man die Masse.

Nachdem dieses geschehen ist, schmilzt man sie in einem Platintiegel, auf die schon beim Rhodium angegebene Weise, mit dem Fünf- bis Sechsfachen ihres Gewichts an saurem schwefelsauren Kali zusammen. Dieſs wird einige Male wiederholt, oder so oft, als sich der Fluſs noch färbt.

Die Menge des Rhodiums läſst sich auf zwei Weisen bestimmen. Entweder kann man das ungelöste Platin waschen, glühen und wägen, wo sich dann das aufgelöste Rhodiumoxyd, welches 71 Procent Metall enthält, aus dem Verluste ergiebt; oder man versetzt die Auflösung des sauren rhodiumhaltigen Salzes mit kohlensaurem Natron in Ueberschuſs, trocknet die Flüssigkeit ein, und glüht das Salz in einem Platintiegel. Nach Auflösung desselben in Wasser bleibt das Rhodiumoxyd zurück, welches man nun auf ein Filtrum bringt, wäscht, mit dem Filtrum verbrennt, und durch Wasserstoffgas reducirt. Das erhaltene Metall wird dann gewogen. Am

besten

besten ist es, beide Methoden anzuwenden. Das so erhaltene Rhodium enthält zuweilen Palladium. Diefs zieht man mit Königswasser aus, und fällt es aus der Lösung, nachdem dieselbe neutralisirt worden, mit Quecksilbercyanid. Das Gewicht des erhaltenen Palladiums wird von dem des Rhodiums abgezogen.

Nachdem das Rhodium ausgezogen ist, behandelt man die Metallmasse zunächst mit ganz verdünntem Königswasser, welches beim Digeriren reines Platin aus derselben auszieht. Die Lösung sieht von aufgeschlämmtem Iridiumoxyd sehr dunkel aus; nachdem sie aber sich geklärt hat, besitzt sie eine rein gelbe Farbe. Sie wird nun abgegossen. Jetzt giefst man concentrirtes, mit Kochsalz versetztes Königswasser auf den Rückstand, und dunstet die Flüssigkeit zur Trockne ab. Das Kochsalz wird hinzugesetzt, um die Bildung vom Platinchlorür zu verhindern. In dieser mehr concentrirten Säure löst sich etwas Iridium auf; allein, wenn man sie nicht anwendete, würde eine merkbare Menge Platins im Iridium bleiben. Bei Auflösung der eingetrockneten Masse bleibt das Iridiumoxyd zurück. Wenn man sie mit reinem Wasser wäscht, geht sie fast immer mit durch's Filtrum; man mufs sie daher zur Absonderung der Platinlösung mit einer schwachen Kochsalzlösung waschen, und, um diese fortzuschaffen, mit einer schwachen Salmiaklösung, von welcher das Zurückbleibende beim Glühen verflüchtigt wird. Der gewaschene Rückstand wird mit dem Filtrum verbrannt, durch Wasserstoffgas reducirt, und gewogen. Die iridiumhaltige Lösung vom Natronsalz wird mit kohlensaurem Natron vermischt, eingetrocknet und geglüht. Man erhält dann ein Gemenge von Platin und Iridiumoxyd, welches durch Auslaugen vom Salze befreit, und nun mit Königswasser behandelt wird, worauf das Iridiumoxyd zurückbleibt. Aus der Lösung fällt kaustisches Ammoniak noch eine Spur von braunem Iridiumoxyd, welches doch nicht ganz von Platin frei ist. Das Iridiumoxyd

wird reducirt, und das Metall zu dem früheren addirt. Um nun das Gewicht des Platins zu erhalten, hat man von dem gemeinschaftlichen Gewicht des Platins, Rhodiumoxyds und Iridiumoxyds das Gewicht des Rhodiumoxyds abzuziehen. Dann mufs man zu dem erhaltenen Iridiummetall 12 Procent seines Gewichts addiren, um das Gewicht des Iridiumoxyds zu bekommen, welches man nun von dem noch übrigen Gewicht des Platins abzieht. Das Platin aus seinen Lösungen zu reduciren und sein Gewicht zu bestimmen, würde die Operationen nur verlängern, ohne die Genauigkeit zu erhöhen.

B. Behandlung der weingeistigen Flüssigkeit. Man giefst diese Flüssigkeit in eine Flasche mit eingeriebenem Stöpsel, und leitet Schwefelwasserstoffgas in dieselbe, bis sie damit gesättigt ist. Man verschliefst alsdann die Flasche und läfst sie 12 Stunden lang an einem warmen Orte stehen, worauf alle Schwefelmetalle niedergeschlagen seyn werden. Zuweilen ist dann die Flüssigkeit roth, entweder von Rhodium, oder von Iridium-Sesquichlorid. Die Flüssigkeit wird filtrirt und der Alkohol abgedunstet, wobei sich noch mehr Schwefelmetall absetzt, welches man dem vorher erhaltenen hinzufügt. Es besteht aus Schwefeliridium, Schwefelrhodium, Schwefelpalladium und Schwefelkupfer, während die durchgegangene Flüssigkeit Eisen, ein wenig Iridium und Rhodium, nebst einer Spur von Mangan enthält. Bei der Verdunstung des Alkohols setzt sich in dem Gefäfse ein gleichsam fettes, übelriechendes Schwefelmetall ab, welches man nicht fortspülen kann. Nachdem die Lösung gänzlich von demselben abgespült worden ist, giefst man etwas kaustisches Ammoniak in die Schale, wodurch es gelöst wird. Die Lösung wird nun in einen Platintiegel gegossen und zur Trockne verdunstet; dann legt man die feuchten Schwefelmetalle darauf, und röstet sie im Tiegel, so lange noch etwas schweflige Säure gebildet wird. Nach beendigter Röstung übergiefst man die Masse mit concentrirter Salz-

säure, welche sich grün oder gelblichgrün färbt, indem sie basisch schwefelsaures Kupferoxyd und basisch schwefelsaures Palladiumoxyd auflöst. Rhodium- und Iridiumoxyde, nebst etwas Platin, bleiben ungelöst.

Die Lösung in Salzsäure wird mit Chlorkalium und Salpetersäure versetzt, und darauf zur Trockne verdunstet; man bekommt dadurch eine dunkle Salzmasse, welche Chlorkalium, Kalium-Kupferchlorid und Kalium-Palladiumchlorid enthält. Die beiden ersten dieser Salze, welche in Alkohol von 0,833 spec. Gewicht löslich sind, werden durch denselben ausgezogen; das Palladiumsalz aber, welches dabei ungelöst bleibt, wird auf ein gewogenes Filtrum gebracht und mit Alkohol gewaschen. Es enthält 28,84 Procent Palladium. Man kann die Salzmasse auch in siedendheifsem Wasser auflösen, mit Cyanquecksilber fällen, und auf diese Weise den Palladiumgehalt bestimmen; allein diese Methode ist umständlicher. Sie verdient indefs den Vorzug, wenn man zu viel Chlorkalium durch den Alkohol auszuziehen hat.

Die weingeistige Lösung des Kupfersalzes enthält eine Spur von Palladium, welche indefs ganz vernachlässigt werden kann. Die Lösung wird zur Verjagung des Alkohols verdunstet, und das Kupfer entweder mit kaustischem Kali, oder, nach einen Zusatz von Schwefelsäure, mit Eisen gefällt. Will man das Palladium von diesem Kupfer ausziehen, so löst man es in Salpetersäure, neutralisirt die Lösung, und vermischt sie mit Quecksilbercyanid, wodurch zuweilen ein äufserst geringer Niederschlag von kupferhaltigem Cyanpalladium entsteht, welchen man abfiltrirt, mit dem Filtrum verbrennt, und auf diese Weise seinem Gewichte nach bestimmt. Gewöhnlich ist seine Menge so gering, dafs er nicht gewogen werden kann.

Bevor ich mit dem Kalium-Palladium-Chlorid bekannt geworden war, versuchte ich, das Palladium durch Quecksilbercyanid zu fällen; allein ich fand, dafs man

dadurch, aus einer kupferhaltigen Palladiumlösung, einen grünlichen Niederschlag bekommt, welcher beim Trocknen dunkel wird und Kupfer enthält. Ich wufste nun keinen andern Ausweg, als dafs ich die Metalle mit Schwefelsäure verband, die Lösung zur Trockne brachte, und das Salz eine Weile gelinde glühte, wodurch das Palladiumsalz in ein basisches verwandelt wurde, das in Wasser unlöslich ist.

Aber diese Operation erfordert viele Vorsicht, damit nicht entweder das Kupfersalz durch eine zu starke Hitze zersetzt wird, oder das Palladiumsalz durch eine zu geringe unzersetzt bleibt.

Die gerösteten Schwefelmetalle, welche von der Salzsäure nicht gelöst wurden, werden mit saurem schwefelsauren Kali zusammengeschmolzen, so oft als dieses sich noch färbt. Sie enthalten weit mehr Rhodium wie das zu Anfange der Analyse gefällte Kalium-Platin-Chlorid, und mit ihnen wird eben so verfahren, wie dort angegeben ist, auch in Bezug auf einen Hinterhalt vom Palladium, welcher hier gewöhnlich ist. Die mit saurem schwefelsauren Kali ausgezogene Masse wird mit Königswasser behandelt, welches ein wenig Platin löst und Iridiumoxyd zurückläfst.

Die eingekochte Flüssigkeit, aus welcher die Schwefelmetalle gefällt wurden, enthält nur Eisen, in Form des Chlorürsalzes, eine geringe Menge Iridium und Rhodium, nebst einer Spur von Mangan. Sie wird mit einer hinreichenden Menge Salpetersäure versetzt und bis zur vollständigen Oxydation des Eisens aufgekocht, worauf man das Eisenoxyd mit kaustischem Ammoniak niederschlägt, wäscht, glüht und wägt. Dieses Eisenoxyd enthält Iridium und Rhodium, beide in einem solchen Zustande, dafs sie mit dem Eisenoxyde von Salzsäure gelöst werden. Bei dieser Auflösung bleibt, in Folge der Zersetzung eines kieselhaltigen Minerals, von dem das Platinerz einige Körner enthält, etwas Kieselerde ungelöst zurück, doch

gewöhnlich in zu geringer Menge, um in Rechnung gezogen werden zu dürfen. Das Eisenoxyd wird durch Wasserstoffgas reducirt, und das Metall in Salzsäure, die man zuletzt erwärmt, aufgelöst. Es bleibt alsdann eine geringe Menge eines schwarzen Pulvers ungelöst zurück. Dieses enthält die Metalle in einem noch nicht recht ausgemittelten Zustand, weil es bei einer äufserst geringen Hitze mit einer Feuererscheinung decrepitirt. In einem bedeckten Gefäfse giebt es viel Wasser, aber keine Feuererscheinung. Nach dem Brennen an offner Luft wird es gewogen, und es hat nun denselben Oxydationsgrad wie im Eisenoxyd. Man zieht hierauf sein Gewicht von dem des Eisenoxyds ab, und berechnet aus dem Gewicht des letzteren das des Eisens.

Die mit kaustischem Ammoniak gefällte Flüssigkeit enthält noch Iridium und Rhodium. Sie wird, nachdem sie zur Zersetzung der Ammoniaksalze mit der hinreichenden Menge von kohlensaurem Natron versetzt ist, zur Trockne abgedunstet, und der Rückstand bis zum gelinden Glühen erhitzt. Darauf löst man das Salz in Wasser, wobei die Metalloxyde ungelöst zurückbleiben. Erhitzt man den Rückstand zu stark, so wird die Salzlösung gelb, und sie enthält etwas von den Oxyden aufgelöst. Diesem Uebelstande ist indefs durch eine mäfsige Hitze zuvorzukommen. Die Quantität des Mangans in den Metalloxyden ist kaum gröfser als zu seiner Erkennung erforderlich ist, und bei einer Probe von 2 Gramm. durchaus unwägbar. Sie wird aus den gewaschenen Oxyden mit Salzsäure ausgezogen.

Um die gar zu grofse Menge von kleinen Operationen zu umgehen, hebe ich die Oxyde von Rhodium und Iridium, welche aus dem Eisenoxyde und der Salzmasse erhalten werden, bis zur Behandlung der Schwefelmetalle mit saurem schwefelsauren Kali auf, wo ich sie dann diesen hinzufüge und mit ihnen analysire.

Analyse des Platinerzes von Nischne Tagilsk und Goroblagodat am Ural.

1) *Nischne Tagilsk.* Dieses Platinerz hat eine sehr dunkelgraue Farbe und enthält sehr viele magnetische Körner, welche zum Theil polarisch sind, und die gröfseren in dem Grade, dafs sie kleine Stücke von Stahldraht heben. Ich habe die magnetischen und die unmagnetischen Körner für sich analysirt. Die Resultate mehrerer Analysen sind zwar nicht absolut gleich, aber doch so wenig verschieden ausgefallen, dafs sich deutlich daraus ergiebt, dafs sowohl die unmagnetischen, als auch die magnetischen Körner eine besondere und constante Zusammensetzung besitzen. Ich werde von jeder Analyse nur eine anführen, und diejenige auswählen, welche ich für die zuverlässigste halte.

	Unmagnetische Körner.	Magnetische Körner.
Platin	78,94	73,58
Iridium	4,97	2,35
Rhodium	0,86	1,15
Palladium	0,28	0,30
Eisen	11,04	12,98
Kupfer	0,70	5,20
Osmium-Iridium, in Körnern	1,00	
- - in Flitterchen	0,96	
Ungelöstes		2,30 *)
	98,75	97,86

2) *Goroblagodat.* Diefs Erz ist ganz unmagnetisch, und noch dadurch merkwürdig, dafs es ganz frei von Iridium ist. Doch mufs ich bemerken, dafs ich in einer Probe eine Spur davon gefunden habe, so dafs hier und da, aber sparsam, wohl iridiumhaltige Körner vorkommen mögen.

*) Gemenge von Osmium-Iridium in Körnern und Flitterchen, *nebst Sandkörnern.*

Platin	86,50
Rhodium	1,15
Palladium	1,10
Kupfer	0,45
Eisen	8,32
Osmium-Iridium	1,40
	98,92.

Bei allen diesen drei Analysen besteht ein Theil des Verlustes aus Osmium, das bei der Lösung mit der Säure überdestillirte. Die Quantität desselben glaubte ich aber bei Anstellung dieser Analysen nur approximativ bestimmen zu dürfen, weil die in dem Vorgehenden über dieses Metall angeführten Versuche den letzten Theil meiner Arbeit ausmachten.

Analyse des Platinerzes von Barbacoas, in der columbischen Provinz Antioquia.

Dieses Platinerz besteht aus sehr grofsen, oft wohl einen Gramm wiegenden Körnern, die mit kleineren in geringer Menge vermischt sind. Für die gröfseren Körner habe ich folgende Zusammensetzung gefunden:

Platin	84,30
Rhodium	3,46
Iridium	1,46
Palladium	1,06
Osmium	1,03
Kupfer	0,74
Eisen	5,31
Quarz	0,60
Kalk	0,12
	98,08.

II. *Bemerkungen über die Lagerstätte des Platins am Ural.*

Die merkwürdige Entdeckung von Gold und Platin führenden Alluvionen, die am Rande des uralischen Erzgebirges eine Längen-Erstreckung von fast 10 vollen Breitengraden einnehmen, hat bekanntlich seit wenigen Jahren erst die Aufmerksamkeit des gebildeten Europa in Anspruch genommen. Wir sehen dadurch Rufsland unerwartet schnell in die Reihe der Länder eintreten, deren jährliche Productionen an edeln Metallen einen wesentlichen Einflufs auf das im Welt-Verkehr befindliche Capital ausüben, und die Hoffnungen, welche sich gleich beim Anfange dieser Entdeckungen aussprachen, dafs an den Gränzen von Europa und Asien sich ein neues Peru eröffnen werde, sind durch den Erfolg in hohem Grade übertroffen worden *).

*) Alex. von Humboldt hat bereits in der neuen Ausgabe seines classischen *Essai politique sur la nouvelle Espagne*, *III. p.* 447. *sq.*, die Wichtigkeit der so schnell vermehrten Goldgewinnung Rufslands für die grofsen Interessen der Staats-Oeconomie zum Gegenstande einer sehr gehaltreichen Betrachtung erhoben, auf welche wir hiebei die Aufmerksamkeit der Leser hinzulenken nicht unterlassen können. Es ergiebt sich daraus, dafs die am Ural so plötzlich aufgeschlossenen Schätze das im grofsen Umlauf befindliche Gold-Quantum nicht wesentlich verändert, sondern dafs sie vielmehr auf eine merkwürdige Weise dazu beigetragen haben, das mit unglaublicher Schnelligkeit in der neuesten Zeit fortgeschrittene Sinken der Gold-Production von Brasilien weniger fühlbar zu machen, und die daraus entstandene Verringerung des Gold-Zuflusses aus America der Aufmerksamkeit der politischen Schriftsteller zu entziehn.

Nach den von Hrn. von Humboldt aus den besten Quellen abgeleiteten Werthen erzeugte Brasilien nämlich noch in den Jahren von 1752—61, zur Zeit der höchsten Blüthe dieser Gewinnung, jährlich vielleicht gegen 12000 Kilogr. Goldes (etwa 8¼ Millionen Thaler an Werth), wozu die Capitania Minas

Indefs auch für die Erweiterung unserer naturwissenschaftlichen Kenntnisse ist dieses wichtige Ereignifs von wesentlichem Einflufs gewesen. Schon war es im Allgemeinen für die Geschichte der Erdrinde von Wichtigkeit, und bisher ohne Beispiel, so beträchtliche Ansammlungen von edeln Metallen in so weit von der Aequatorial-Zone entfernten Breiten zu finden. Die vorherge-

Geraes allein zwischen 6400 und 8600 Kilogr. lieferte, wovon der quinto der Regierung erhoben worden war. Bereits in dem Decennium von 1785—94 war dieses Quantum in Minas Geraes bis auf 3285 Kilogr. jährliche mittlere Gewinnung herabgesunken, und in den Jahren 1818—20 betrug der quinto dort nicht mehr als 6 arrobas (87,0 Kilogr., mithin die ganze Gewinnung 437 Kilogr.) jährlich; ja im Jahr 1821 zog man, aller Vorsicht ungeachtet, nicht mehr als 333 Kilogr. (23 arrobas) aus den dortigen Goldwäschen.

Wie sehr diese Gewinnung mit der Goldmenge, welche das vormals spanische America noch kurz vor dem Ausbruche der bürgerlichen Unruhen lieferte, im Misverhältnifs steht, ergiebt sich aus folgender Uebersicht. Es gaben jährlich:

Neu-Granada	4700	Kilogr.
Chili	2800	-
Mexico	1600	-
Peru	800	-
Buenos-Ayres	500	-
Summa	10400	Kilogr.

Dagegen erzeugte Rufsland zu derselben Zeit, nach der Darstellung des Hrn. von Humboldt, jährlich etwa 656 Kilogr. Goldes, wovon etwa die Hälfte, nach der Angabe von Herrmann, auf die damaligen Goldbergwerke am Ural gerechnet werden darf. Nach der Entdeckung des Goldreichthums jener Gegenden indefs (im J. 1814) war die jährliche Production am Ural allein bereits im J. 1824 auf 4700 Kilogr. Goldes gestiegen, und man darf gegenwärtig wohl ohne wesentlichen Irrthum die jährliche Goldgewinnung im russischen Reiche auf 5300 Kilogrammen (3,360,200 Piaster an Werth) annehmen, d. h. fast um $\frac{1}{8}$ mehr als in den günstigsten Zeiten die Goldwäschen der heutigen Republik Columbia lieferten, und nahe das Siebenfache der vormaligen Gewinnung von Peru. In der That ein erstaunenswürdiges Verhältnifs! —

henden Blätter dieser Annalen enthalten eine zahlreiche Reihe neuer Thatsachen über die chemischen Eigenschaften der eigenthümlichen metallischen Substanzen, welche das Platin mit so merkwürdiger Beharrlichkeit an allen seine bisher bekannt gewordenen Fundorten begleiten, und welche wir am Ural gegenwärtig zum ersten Male im Gebiete der alten Welt kennen gelernt haben. Um so mehr ist es erfreulich hier unmittelbar noch die wesentlichen Resultate einer neuen geognostischen Forschung in jenem Lande hinzufügen zu können, welche wir dem Fleiſs und der Thätigkeit des rühmlichst bekannten Geognosten, Hrn. Professor Moritz von Engelhardt, verdanken, der sie so eben in einer gehaltreichen kleinen Schrift, die das Ergebniſs seiner letzten (vom Juli bis in den September 1827), in Auftrage der Regierung unternommenen Reise ist, der Oeffentlichkeit übergeben hat *).

Herr von Engelhardt besuchte auf dieser Reise zunächst nur den metallreichsten Theil der uralischen Gebirgskette, nördlich und südlich von Catharinenburg. Die äuſsersten Punkte, welche wir in seinem Berichte erwähnt finden, sind in S. die Kupferhütte Mjask, in dem Bergamts-Bezirke von Slatoust, und in N. die Eisenwerke von Nishne Turinsk, in der Nähe der Stadt Werchoturie; eine Entfernung von ungefähr 50 geographischen Meilen (350 Werst), auf welcher ohnediefs schon zusammenhängende Beobachtungen über die Verbreitung und Lagerungsverhältnisse der Gebirgsarten anzustellen unmöglich war.

Schon aus den Nachrichten, welche Hr. N. Mamyschev von der Entdeckung des Platin in Sibirien gegeben **), geht hervor, daſs die Anhäufungen des Sandes,

*) Diese Schrift führt den Titel: Die Lagerstätte des Goldes und des Platins im Ural-Gebirge. Untersuchungen von M. v. Engelhardt. Riga 1828, und ist ein amtlicher Bericht, dem russischen Finanzminister Herrn Georg von Cancrin gewidmet.

**) *Leonhard*, mineral. Taschenbuch, XXI. 2. p. 277. — 1827.

in welchem dasselbe sich in bemerkenswerther Quantität findet, sich vorzugsweise auf den nördlichsten Theil dieser angegebenen Erstreckung beschränken, und so fand es auch Hr. von Engelhardt. Von der goldreichen Umgebung von Beresowsk bei Catharinenburg, welche gleichsam den Mittelpunkt der erzreichsten Reviere dieser Gegend bildet, scheint gegen N. der Goldgehalt in den aufgeschwemmten Lagern immer mehr und mehr abzunehmen. Dort stellt sich das Platin, als Begleiter des Goldes, zuerst in den Werken von Newjansk ein. Häufiger noch enthalten es die Wäschen von Nishne-Tagilsk, und endlich, wie es scheint ohne alle Begleitung vom Golde, die am nördlichsten gelegenen von Nishne-Turinsk. Nur an einem einzigen Orte südlich von Catharinenburg, zu Kyschtym, finden wir das Platin mit dem vorherrschenden Golde erwähnt, das am südlichsten unter den genannten Punkten zu Mjask, wie zu Beresowsk ohne Platin vorkommt.

Eine sorgfältige Untersuchung der Trümmer- und Geröllmassen, welche die erzhaltigen Schichten an allen diesen Punkten bilden, lehrte Hrn. von E. sehr bald, dafs höchst wahrscheinlich die ursprüngliche Lagerstätte derselben in den unmittelbar dabei anstehenden Gebirgsarten der Umgebung gesucht werden müsse. Von dem Vorkommen des Goldes war dasselbe ohnediefs schon vorher sehr wahrscheinlich gewesen. Denn schon seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts *) war bekanntlich in jenen Gegenden ein, wenn auch wenig ausgedehnter, so doch fortwährend ergiebiger Goldbergbau auf Gängen im Schiefer-Gebirge betrieben, und Hrn. v. Engelhardt's Beobachtungen lehren, dafs weder in der Beschaffenheit des auf den Seifenwerken gewonnenen Goldes **) selbst,

*) Seit 1754. Vergl. Herrmann, Versuch einer mineral. Beschreib. des uralischen Erzgeb. II. p. 128.

**) Vergl. l. c. p. 7. sq. Es bezieht sich diefs insbesondere darauf, dafs man geglaubt hatte, in dem Silbergehalte des Wasch-

noch in der Natur der dasselbe begleitenden Gebirgsarten sich irgend eine Abweichung von denselben Verhältnissen auf der ursprünglichen Lagerstätte bemerken lasse.

Wichtiger indefs war es, dieselbe Anwendung von den Beobachtungen in den erzhaltigen Geröllen auch auf die Lagerstätte des Platin zu machen, eines Metalles, dessen ursprüngliche Lagerstätte überhaupt erst kaum aufgefunden worden, und dessen Vorkommen ausschliefslich im aufgeschwemmten Lande bisher allgemeine Regel zu seyn schien. Die Beobachtungen, welche Herr v. E. deshalb anstellte, liefsen ihn zunächst dabei stehn bleiben, dafs alle die Gerölle und Grandlager, welche Platina führen, beständig vorherrschend von den Trümmern ein und derselben Gebirgsart gebildet werden. Schon die HH. Fuchs und Simoinoff, Erdmann, Mamyschev, Menge *) u. a. hatten eines sehr häufig hier vorkommenden Grünsteines erwähnt, dessen mitunter ansehnlich grofse Blöcke auf eine nur geringe Entfernung seines Fundortes als anstehender Gebirgsart schliefsen lassen. Hr. v. E. zeigte überdiefs, dafs alle die von ihm besuchten Platin-Sandgruben entweder im Gebiete einer ausgedehnten Formation von ringsum anstehenden Grünsteinen, Porphyren und Syeniten selbst, oder doch sehr nahe dabei liegen, und dafs, im Falle die Platin führenden Alluvionen auf andern Gebirgsarten ruhen, die Bruchstücke von diesen doch nur untergeordnet und nicht wesentlich an der Zusammensetzung derselben Theil nehmen.

goldes und in dem des aus den Bergwerken gewonnenen eine constante Verschiedenheit zu finden (siehe Erdmann, Beiträge zur Kenntnifs des Innern von Rufsl. II. 2. p. 130.), wogegen Hr. v. Engelhardt bemerkt, dafs sich bei beiden Arten des Vorkommens oft in verschiedenen Theilen ein und desselben Stückes schon Verschiedenheiten in dieser Mischung zeigen

*) Dessen Briefe in Leonh. mineral. Taschenbuch, XX. 2. p. 245 bis 254. und 508 bis 513. — 1826.

So entblöfsen namentlich die Platin-Sandgruben im Thale des Bächleins Suchoi-Wissi (52 Werst südlich von Nishne-Tagilsk) sehr frische Schichten von Chlorit- und Talk-Schiefer, welche in einander übergehn, mit Lagen eines quarzigen Feldspathgesteines wechselnd, und von Quarzgängen durchschnitten. Die zerbrochenen Ausgehenden ihrer steil gegen SO. fallenden Schichten aber sind von rundlichen Blöcken eines Grünstein-Porphyr, eines syenitischen und serpentinartigen Gesteines bedeckt. Das Platin selbst findet sich in losen Körnern nebst wenigem Golde, vielen sehr kleinen Magneteisenoctaëdern und feinen Quarzkörnern in der Trümmerlage, so wie in den Schichtungsklüften der aufrechtstehenden Schieferplatten. »Es ist unverkennbar,« so fährt Herr von E. (p. 27.) bei der Beschreibung dieses Vorkommens fort, »dafs das Platin, das Magneteisen, der Quarz mit einander ein und derselben Gebirgsart angehörten und erst durch deren Zerfallen sich trennten, aber welche Felsart diefs war, läfst sich mit Bestimmtheit nicht ausmitteln. Den Schiefern des Thalgrundes und Flufsbettes scheinen sie nicht beigemengt gewesen zu seyn, denn da des Magneteisensandes so sehr viel ist, müfsten dessen kleine Krystalle sich doch irgendwo in den hier anstehenden Felsen inneliegend finden, was mir ungeachtet einer sorgfältigen Untersuchung der Chlorit- und Talk-Schiefer und ihrer Quarzgänge nicht glückte u. s. w.«

Ganz ähnlich fand Hr. von E. dieselben Verhältnisse weiter nördlich bei Nishne-Turinsk. Auf dem Wege von Tagilsk über Kuschwa dorthin sah er als herrschende Felsarten Grünstein-Porphyr, ein Gestein, das er kuglichten Feldspath-Felsit nennt, sogenannten Hornstein-Porphyr, Syenit-Porphyr, der in Granit-Syenit übergeht, und ein poröses Gestein von röthlicher und grünlicher Masse, in unbestimmbarer Lage durch einander. Ihnen untergeordnet erscheinen Granat- und Strahlstein-Lager mit Kupferkies und Kupfergrün, Magneteisen in beträchtlichen Mas-

sen, und ein grauer oder graurother Kalkstein, splittrig im Bruch und Versteinerungen enthaltend.

Grauweifser Encriniten-Kalkstein nimmt die Ufer der Tura unterhalb Turinsk ein, und ihn durchschneiden die kleinen Bäche des linken Ufers, deren Betten die platinhaltigen Alluvionen führen. Herr von E. untersuchte nur eines dieser Thäler, das des sogenannten Melnitza-Baches, er fand darin nur Bruchstücke von Porphyren, kleine Berg-Krystall-Fragmente, schrotförmige oder eckige Körner von Jaspis und thonigem Brauneisenstein, welche zum Theil zu Gries zerfallendes Platin führen. Der benachbarte Kalkstein aber stand zu dem Platin in keiner andern, als eben in der zufälligen Beziehung, dafs er von der Melnitza durchschnitten ward.

Zu allen diesen interessanten Beobachtungen gelang es indefs später noch Hrn. von E. eine wichtige Entdeckung zu fügen, welche die Frage über das ursprüngliche Vorkommen des Platins völlig erschöpfend beantwortet. Auf dem Rückwege von Nishne-Turinsk, nämlich nach Nishne-Tagilsk, fand Hr. von E. bei dem Dorfe Laja, an den Ufern des dort vorüberfliefsenden Baches, Porphyr-Felsen, deren Gestein durch Verwitterung umgewandelt Stücke lieferte, welche denen der Platin-Gruben zu Nishne-Turinsk völlig ähnlich waren. »Die von der Verwitterung unversehrt gebliebenen Stücke,« so lauten ferner die eignen Worte des Verfassers (p. 30.), »zeigten ein zum Theil grünsteinartiges, zum Theil syenitisches, aus Hornblende und röthlichweifsem Feldspath bestehendes Gemenge, worin einzelne unvollkommene Krystalle und rundliche Nester von Feldspath liegen. Aufsenflächen und Kluftflächen sind schon von braunem Eisenocher und schwarzem Mangan-Oxyd, den Vorboten der Verwitterung, gefärbt. Indem diese tiefer eindringt, werden zuerst die einzelnen Feldspath-Krystalle weifser und der Porcellanerde ähnlich; die gröfseren Nester erscheinen als kuglichter Feldspath-Porphyr mit Feld-

spath-Krystallen; der übrige feinkörnige Teig (aus Hornblende und Feldspath gemengt) wird braun und eisenschüssig, die Verbindung der Theilchen unter einander wird locker, und indem sie sich dem braunen Jaspis oder braunen Thoneisensteine nähern, zeigt sich rundkörnige und eckigkörnige Absonderung immer deutlicher. Stellenweise erscheint das Gestein durchaus schwarz, voll feiner Poren und läſst sich in gekrümmte Schaalen zerlegen, so daſs man Schlacken vor sich zu haben vermuthen könnte, lieſse nicht das Innere ebenfalls den Porphyr erkennen.«

Bei genauerer Durchmusterung dieser zu Laja gesammelten Gesteine fand endlich Herr von E. mit der Loupe im frischen Porphyr eingewachsene metallisch glänzende Pünktchen, die er für vollkommen ähnlich mit den bei Nishne-Turinsk aus dem Sande gewaschenen Platinkörnern erkannte, und Hr. Prof. Osann zu Dorpat bestätigte diese Wahrnehmung vollkommen durch eine mit einigen derselben angestellte chemische Prüfung. »Die Gestalt dieser Körnchen,« so bemerkt der Verf. (p. 31.), »ist rundlich oder knollig, d. h. sie haben rundliche Erhöhungen und Vertiefungen, letztere zuweilen schwarz angelaufen, erstere zinnweiſs und stark metallisch glänzend. Einige Körnchen, ein Gemisch von Gold und Platin, haben eine graugelbe Farbe. Jedes Platinkorn liegt in einer Fassung von Brauneisenstein oder braunem Eisenocher, der die kleinen Poren auch des frischen Gesteines auskleidet. Wahrscheinlich enthielten die zahlreicheren und gröſseren Poren des verwitterten Porphyrs ebenfalls Platin-Körner, die beim Zerbröckeln des Felsen herausfielen.«

Vergleichen wir nun diese sehr merkwürdige Entdeckung des Hrn. von E. mit jener, welche fast ein Jahr früher von Boussingault über die Lagerstätte des Platin in der Provinz Antioquia gemacht worden *), so finden

*) Vergl. diese Ann. VII. p. 515.

wir darin einen höchst überraschenden Beweis von der Gleichartigkeit, mit welcher in den Gebirgs-Formationen, welche die Erdrinde zusammensetzen, unter analogen Verhältnissen stets auch dieselben Erscheinungen wiederkehren. Die Uebereinstimmung aller, selbst der scheinbar geringfügigsten Umstände, unter welchen das Platin in beiden Welttheilen gebildet worden, ist in der That höchst bemerkenswerth. Doch sind die früher von Boussingault über diesen Gegenstand durch Vermittelung von Alex. von Humboldt mitgetheilten Nachrichten noch zu neu, und haben so sehr das allgemeine Interesse in Anspruch genommen, als dafs es nöthig wäre, sie hier noch ausführlicher in's Gedächtnifs zu rufen.

Allerdings zeigt sich in so weit eine bereits von Herrn. von E. hervorgehobene Verschiedenheit in den Beobachtungen beider Naturforscher, als der erstere das americanische Platin nur in gangartig, von syenitischem Grünstein umschlossenen Brauneisensteinmassen antraf, der letztere dagegen das uralische als unmittelbaren Gemengtheil derselben Gebirgsarten. Indefs ist doch in der That diese beobachtete Abweichung wohl nur scheinbar. Die syenitischen Bildungen und die Grünsteine gehören, wie Alex. v. Humboldt bereits umfassend dargethan hat*), in allen Theilen der Erde ein und derselben grofsen Formation an, deren Trennung in zwei Haupt-Gruppen, welche in der Periode des Uebergangsgebirges gebildet wurden, vielleicht selbst noch zweifelhaft erscheint. Es sind völlig dieselben Reihen von Gesteins-Abänderungen, welche Herr von E. am Ural beschrieben hat, aus denen im Gebiete von Mexico zum Theil ein so aufserordentlicher Reichthum von edeln Metallen gewonnen wird, eben dieselben welche die Reichthümer der Gruben von Schemnitz einschliefsen, und welche von Beudant (*Voyage en Hongrie, I. p.* 271.) unter der Benennung: *Ter-*

*) *Essai géognostique*, *p.* 166. *et suiv.*

Terrain de Syenite et de Grünstein porphyrique zusammengefaſst wurden. Es scheint daher die Ansicht sehr nahe zu liegen, daſs die selbst in gangähnlichen Massen ausgeschiedenen metallischen Substanzen der Bildung dieser Gesteine wesentlich angehören und gleichzeitig mit ihnen aus dem Schiefergebirge hervorgetreten sind.

Ganz dieselben Erscheinungen sind es wenigstens, welche wir in Beziehung auf den fast immer wiederkehrenden Eisensteingehalt bei den Grünsteinmassen finden, welche so häufig in den Schiefergebirgen von Deutschland, namentlich am Fichtelgebirge (Gegend von Steben) und am Harze (Gegend von Altenau, Lerbach, Tilkerode u. s. w.) vorkommen. Oft ist dort die Grünsteinmasse selbst ein wahrer Eisenstein, und an der gleichzeitigen Bildung beider nicht zu zweifeln, oft dagegen bildet derselbe Eisenstein zugleich gangartige Trümmer im Grünstein, und setzt aus diesem selbst in den benachbarten Thonschiefer, Grauwacke oder Kalkstein über. Titaneisen und Magneteisen in Körnern und Trümmern von gang-ähnlicher Natur finden sich bekanntlich in sehr vielen Grünsteinen unserer Uebergangsgebirge mehr oder minder häufig. Erst neuerlich ist bekanntlich in Gangtrümmern, die mit den Eisensteinmassen der Grünsteine in Beziehung stehn, von Hrn. Zinken am Harze das Daseyn des *Goldes* erwiesen worden *). Es verdient daher wohl die Aufmerksamkeit der Geognosten auch in den Grünsteinen und Grünporphyren unserer Schiefergebirge nach dem vielleicht bisher nur übersehenen Vorkommen des Platins zu forschen.

F. H.

*) Vergl. diese Annalen. Bd. 2. S. 418. und Bd. 3. S. 271.

III. *Wirkung des Goldes auf Silber in gewöhnlicher Temperatur.*

In einer Abhandlung über das Messen hoher Temperaturen, welche Hr. Prinsep, Wardein an der Münze zu Benares, der Königl. Gesellschaft zu London eingesandt hat, findet sich, nach einem Berichte in den *Annals of Philosoph. etc. T. III. p.* 129., eine Angabe, die, wenn man sie als richtig ansehen darf, ein merkwürdiges Beispiel von gegenseitiger Wirkung zwischen Körpern im starren Zustande abgeben würde. Es wird nämlich daselbst gesagt, dafs an einer Feder, die aus zwei, ohne Zwischenmittel, mit einander vereinigten Streifen von ursprünglich reinem Silber und Gold bestand, die Oberfläche des Goldes, nach Verlaufe zweier Jahre, innerhalb welcher die Feder keiner sehr hohen Temperatur ausgesetzt gewesen sey, sich in eine Silberlegirung verwandelt und die Impregnation mit Silber sich in dem Golde bis zu einer beträchtlichen Tiefe erstreckt habe, wodurch dann die Empfindlichkeit des Instruments für Temperaturveränderungen zerstört worden sey. — Auf welche Art die beiden Metalle vereinigt waren, und ob, wenn die Vereinigung durch unmittelbare Löthung geschah, dieser Procefs nicht schon theilweise jenen Zustand herbeiführte, ist in dem Berichte nicht gesagt.

Hr. Prinsep schlägt übrigens zum Messen hoher Temperaturen, die Schmelzpunkte von Silber, Gold und Platin vor, als drei feste Punkte, aus denen sich die zwischenliegenden durch die Schmelzpunkte von Legirungen dieser drei Metalle bestimmen lassen. Den Schmelzpunkt des Silbers nimmt er zu 0° an, den des Goldes zu 10° und den des Platins zu 100°; für jeden Grad über 0° setzt er dem Silber 10 Proc. Gold, und für jeden Grad über 10°, dem Golde 1 Proc. Platin zu. Den Schmelzpunkt des Silbers hat er überdiefs durch Beobachtungen mittelst eines Luftthermometers mit der gewöhnlichen Thermometerscale in Beziehung zu setzen gesucht.

IV. *Ueber das Beryllium und Yttrium;* *von F. Wöhler.*

)ie Radicale der Beryllerde und Yttererde sind bis :zt noch ganz unbekannt gewesen. Ich habe ihre Abheidung auf dieselbe Weise, wie die des Aluminiums ɪrsucht, nämlich durch Reduction ihrer Chlorverbindunn vermittelst Kalium, und eben so leicht, wie bei je-m, ist es mir geglückt, diese Metalle in isolirtem Zuınde zu erhalten. Beide oxydiren sich eben so wenig Wasser, wie das Aluminium, und haben überhaupt, ie man aus der Aehnlichkeit ihrer Oxyde voraussehen ınnte, in ihrem chemischen Verhalten die gröſste Aehnhkeit mit diesem.

Beryllium.

Die zu diesen Versuchen gebrauchte Beryllerde ist n mir selbst aus Beryll bereitet worden, und war in hlensaurem Ammoniak aufgelöst. Sie wurde mit Kohle aig gemengt und in einem Strom von getrocknetem Chlors geglüht. Das Chlorberyllium ist auf diese Art zuerst n H. Rose dargestellt worden *). Ich erhielt es in ınzend weiſsen Nadeln sublimirt, die zum Theil dicht rwebt, die halbzollweite Glasröhre, die durch eine Porllanröhre gelegt war, ausfüllten, zum Theil zu einer liden Masse zusammengeschmolzen waren. Es ist leicht blimirbar, und zerflieſst in der Luft sehr schnell. In 7asser löst es sich mit starker Erhitzung auf.

Um aus dem Chlorberyllium das Beryllium zu reıciren, legt man es in einen Platintiegel schichtweise it platt gedrückten Kugeln von Kalium, bindet dann n Deckel mit einem Drahte fest auf und erwärmt über

*) Diese Annalen, Bd. IX. S. 39.

einer Spiritaslampe. Die Reduction geht dann in einem Augenblick und mit so heftiger Feuerentwickelung vor sich, dafs der Tiegel weifsglühend wird. Man läfst ihn völlig erkalten und wirft ihn, nachdem man den Deckel abgenommen hat, in ein grofses Glas voll Wasser. Die geschmolzene graue Masse aus Chlorkalium und Beryllium löst sich, unter schwacher Entwicklung eines übelriechenden Wasserstoffgases auf, und das Beryllium scheidet sich als ein schwarzgraues Pulver ab, welches man abfiltrirt, auswäscht und trocknet.

Das Beryllium bildet in diesem Zustand ein dunkelgraues Pulver, welches ganz das Ansehen eines in fein zertheiltem Zustand gefällten Metalles hat. Unter dem Polirstahl nimmt es einen dunkelen Metallglanz an. Da es bei der heftigen Hitze, womit es reducirt wird, keine Art von Zusammenhang annimmt, so kann man vermuthen, dafs es sehr schwerflüssig seyn wird. Bei gewöhnlicher Temperatur oxydirt es sich weder an der Luft noch in Wasser, auch wenn dieses kochend ist.

In der Luft auf einem Platinblech erhitzt, entzündet sich das Beryllium und verbrennt mit grofsem Glanz zu weifser Beryllerde; es mufs aber dazu bis zum Glühen erhitzt werden. In reinem *Sauerstoffgas* erhitzt, verbrennt es mit einem aufserordentlichen Glanz; die dadurch entstehende Beryllerde zeigt keine Spur von Schmelzung. War ihm Beryllerdehydrat beigemengt, wie diefs der Fall ist, wenn man zu viel Kalium bei der Reduction genommen hat, so sieht man bei seiner Verbrennung im Sauerstoffgase eine Flamme entstehen, die von Wasserstoffgas herrührt, das sich aus dem Hydrat durch die zersetzende Einwirkung des Berylliums auf das Hydratwasser entwickelt.

In erwärmter concentrirter Schwefelsäure löst sich das Beryllium unter Entwickelung von schweflichtsaurem Gas auf. In verdünnter Schwefelsäure, Salzsäure und Salpetersäure löst es sich leicht auf, in beiden ersteren mit

Entwickelung von Wasserstoffgas, in letzterer mit Entwickelung von Stickstoffoxydgas. Eben so wird es unter Entwickelung von Wasserstoffgas von einer Auflösung von kaustischem Kali aufgelöst. Von Ammoniak dagegen, welches das Aluminium auflöst, wird es nicht angegegriffen.

In *Chlorgas* schwach erhitzt, verbrennt das Beryllium mit starkem Glanz, und sublimirt sich zu krystallinischem Chlorberyllium.

In *Bromgas* erhitzt, entzündet es sich ebenfalls leicht. Das Bromberyllium sublimirt sich in langen, weifsen Nadeln, ist schmelzbar, sehr flüchtig und löst sich mit starker Erhitzung in Wasser auf.

In *Jodgas* erhitzt, verbrennt das Beryllium ebenfalls und das dadurch entstehende Jodberyllium sublimirt sich in weifsen Nadeln, und verhält sich überhaupt wie die beiden vorhergehenden Verbindungen.

Das *Schwefelberyllium* bildet sich unter einer fast eben so glänzenden Feuererscheinung, wie bei der Verbrennung dieses Metalles in Sauerstoffgas statt findet. Die Vereinigung geht vor sich, sobald von dem erhitzten Gemenge von Beryllium und Schwefel letzterer abdestillirt ist, und das Metall sich in einer Atmosphäre von Schwefelgas befindet. Das Schwefelberyllium ist eine graue, ungeschmolzene Masse, die in Wasser, ohne Entwickelung von Schwefelwasserstoffgas, jedoch nur schwer, auflöslich ist. Mit Säuren entwickelt es dieses Gas ganz rasch. Ich habe vergebens versucht, schwefelsaure Beryllerde in der Glühhitze durch Wasserstoffgas und Schwefelwasserstoffgas zu Schwefelberyllium zu reduciren; es scheint dabei alle Schwefelsäure ausgetrieben zu werden und die Erde rein zurückzubleiben. Dafs übrigens Schwefelberyllium noch auf anderem Wege entstehen könne, hat Berzelius dadurch gezeigt, dafs Beryllerdehydrat mit Wasser und electronegativen Schwefelmetallen ein aufgelöstes Schwefelsalz bildet.

Das *Selenberyllium* entsteht unter sehr starker Feuererscheinung, wenn man Beryllium mit Selen zusammenschmilzt. Es bildet eine geschmolzene, spröde, im Bruche graue und krystallinische Masse. Es löst sich, wiewohl nur schwer, in Wasser ohne Zersetzung auf, welche Auflösung durch abgeschiedenes Selen sehr bald roth wird.

In *Phosphorgas* verbrennt das Beryllium mit lebhaftem Feuer. Das Phosphorberyllium ist grau, pulverförmig und entwickelt in reinem Wasser selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas.

Auch mit *Arsenik* vereinigt sich das Beryllium unter Feuererscheinung. Das Arsenikberyllium ist nicht geschmolzen, sondern ein graues Pulver, welches in reinem Wasser Arsenikwasserstoffgas entwickelt.

Mit *Tellur* endlich vereinigt sich das Beryllium ebenfalls, jedoch ohne Feuer. Das Tellurberyllium ist ein graues Pulver, welches in der Luft nach Tellurwasserstoffgas riecht und dieses Gas in reinem Wasser mit Heftigkeit entwickelt.

Yttrium.

Die Yttererde, welche zu diesen Versuchen diente, war aus reinem Gadolinit von Ytterby bereitet. Man erhält aus ihr leicht das Chloryttrium, wenn man sie mit Kohle in einem Strom von Chlorgas glüht. Das Chloryttrium ist dem Chlorberyllium sehr ähnlich; es sublimirt bei dieser Operation in weifsen, glänzenden Nadeln, die in der Nähe des glühenden Theiles der Röhre zu einer krystallinischen, festen Masse zusammengeschmolzen sind. In Wasser löst es sich mit sehr starker Erhitzung auf, und in der Luft zerfliefst es sehr schnell. — Ich hatte hierbei Gelegenheit zu bemerken, wie schwer es ist, die Yttererde rein zu bekommen. Zu Anfang dieser Operation nämlich destillirten, noch ehe das Chloryttrium erschien, mehrere Tropfen einer dunkelrothen, zähen Flüssigkeit über, die Chlorschwefel mit etwas Chloryttrium

war, und nach beendigter Operation war in der Röhre sehr viel einer grauen, aus kleinen Krystallpartikeln bestehenden, stark aufgequollenen Masse zurückgeblieben, die sich mit starker Erhitzung in Wasser auflöste, wie ein Yttererdesalz süſs schmeckte, aus der sich aber selbst bei sehr starker Glühhitze kein Chloryttrium sublimiren lieſs. Bei näherer Untersuchung ergab es sich, daſs diese Substanz ein noch mit Kohle gemengtes Doppelsalz von Chloryttrium mit Chlorkalium war, analog also demjenigen, dessen ich schon früher beim Aluminium erwähnte *). Dieser Schwefel- und Kalium-Gehalt der Yttererde ist leicht zu erklären, wenn man sich erinnert, daſs bei der Darstellung dieser Erde das Cerium aus der Auflösung des Gadolinits durch schwefelsaures Kali gefällt wird. Denn obgleich ich die Vorsicht gebraucht hatte, nachher bei Ausfällung der Yttererde durch Ammoniak, die Auflösung in einen Ueberschuſs von Ammoniak zu gieſsen und nicht umgekehrt zu verfahren, so war dessenungeachtet, wie sich bei der Behandlung mit Chlor zeigte, mit der Yttererde Schwefelsäure und Kali, ohne Zweifel das Ganze als ein sehr basisches Doppelsalz, niedergefallen, welches nachher durch gemeinschaftliche Einwirkung des Chlors und der Kohle zersetzt wurde.

Aus dem Chloryttrium wurde das Metall auf die oben angegebene Art durch Kalium reducirt. Diese Zersetzung ist ebenfalls von sehr starker Feuerentwickelung begleitet. Beim Auflösen der erkalteten Masse in Wasser schied sich das Yttrium in völlig metallglänzenden kleinen Schuppen ab. Nach dem Auswaschen und Trocknen bildet es in diesem Zustand ein schwarzgraues, schimmerndes Pulver, welches aus lauter vollkommen metallglänzenden, eisenschwarzen Schuppen besteht. Es ist durch dieses krystallinische, metallische Ansehen sehr bestimmt vom Beryllium und Aluminium unterschieden. Unter dem Polirstahl zeigt es zwar völlig metallischen Strich, hat aber einen bei weitem dunkleren Metallglanz, als das

*) Diese Annalen Bd. XI. p. 155. Note.

Alumininium, welches ausgezeichnet weifs metallisch ist; und würde man beide Metalle in dichtem, geschmolzenem Zustand mit einander vergleichen können, so würde sich zwischen ihnen wohl eine ähnliche Verschiedenheit in der metallischen Farbe, wie etwa zwischen Eisen und Zinn, zeigen. Auch scheint das Aluminium ein geschmeidiges, das Yttrium dagegen ein sprödes Metall zu seyn.

Das Yttrium oxydirt sich bei gewöhnlicher Temperatur weder in der Luft noch im Wasser. Bis zum Glühen in offener Luft erhitzt, entzündet es sich und verbrennt mit sehr blendendem Glanze zu weifser Yttererde. In reinem *Sauerstoffgas* ist diese Verbrennung eine der glänzendsten Feuererscheinungen, die man sehen kann. Die dadurch entstehende Yttererde ist weifs und zeigt deutliche Spuren von Schmelzung.

Das Yttrium löst sich in verdünnten Säuren leicht und mit Entwicklung von Wasserstoffgas auf. Nicht so leicht ist diefs der Fall in kaustischem Kali, und von kaustischem Ammoniak wird es gar nicht angegriffen.

Mit *Schwefel* erhitzt, entzündet sich das Yttrium, so wie aller Schwefel gasförmig geworden ist, und verbrennt zu grauem, pulverförmigem Schwefelyttrium, welches weder in Wasser auflöslich ist, noch dasselbe für sich zersetzt; aber bei Zusatz einer Säure entwickelt es rasch Schwefelwasserstoffgas.

Mit *Selen* verbindet sich das Yttrium unter schwacher Feuererscheinung, sobald das Selen schmilzt. Das Selenyttrium ist schwarz, zersetzt für sich das Wasser nicht, entwickelt aber mit verdünnten Säuren leicht Selenwasserstoffgas.

Mit *Phosphor* erhitzt, entzündet es sich ebenfalls in dem Gase desselben; das so gebildete Phosphoryttrium ist schwarzgrau, pulverförmig, und entwickelt mit reinem Wasser sehr leicht selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas.

Diese Versuche haben also gezeigt, dafs die Radicale der Thonerde, Beryllerde und Yttererde Metalle sind, die sich bei gewöhnlicher Temperatur weder in der Luft noch im Wasser oxydiren, bei Gegenwart von Säuren oder Alkalien, das Wasser zersetzen, und sich fast immer mit ausgezeichnet starker Feuererscheinung mit Sauerstoff, Chlor, Brom, Jod, Schwefel, Selen, Phosphor, Arsenik und Tellur vereinigen.

V. *Ueber mittlere Luftströme; von H. W. Dove.*

Die verschiedenen Gesichtspunkte, unter welchen meteorologische Erscheinungen betrachtet werden können, lassen sich zuletzt immer darauf zurückführen, dafs man einmal die Zeit constant setzt und den Ort veränderlich, dann umgekehrt verfährt. So ist die thermische Windrose das locale Bild der thermischen Vertheilung auf der Oberfläche der Erde, so ist das barometrische Minimum dieselbe Erscheinung, die gleichzeitig betrachtet als Wellenthal erscheint. Ich werde jetzt untersuchen, wie das locale Phänomen, die Drehung des Windes, sich darstellt, wenn wir es gleichzeitig betrachten.

Lambert hat (*Mémoire sur les observations du vent. Mém. de Berlin* 1777) durch Berechnung der mittleren Windesrichtung gezeigt, dafs während in Berlin und Drontheim die mittlere Windesrichtung eine südwestliche ist, in Petersburg sie entschieden eine nordöstliche ist, dafs für Spardam dasselbe gilt wie für Berlin, hingegen Padua sich mehr an Petersburg anschliefst. Leopold v. Buch hat in seinen Bemerkungen über das Clima der Canarischen Inseln es dann wahrscheinlich gemacht, dafs der Südwest-Strom über dem westlichen Europa der bei den Canaren herabkommende obere Passat ist, der, wenn der untere Passat der Sonne nach Süden folgt, immer weiter südlich den Boden fafst, und nun an der Oberfläche der Erde nach dem Pole strömt, dafs also die beiden entgegengesetzten Ströme, die unter den Tropen über einander gehn, in höheren Breiten einander zur Seite ausweichen, also neben einander fliefsen. Es war nun empirisch zu untersuchen, ob diefs sich im Allgemeinen bestätigte. Hiezu findet man vortreffliche Data in den von Schouw herausgegebenen Beiträgen zur Climatologie, aber leider hat Schouw den Werth dieser Arbeit da-

durch verringert, dafs er statt direct beobachteter Zahlen nur Quotienten giebt, und diese nur bis auf die zweite Decimalstelle entwickelt. Dadurch kommt bei Copenhagen schon ein Fehler von 4° hinein, und wenn diefs auch hier nicht viel bedeutet, so ist es doch wünschenswerth bei der grofsen Unsicherheit der Bestimmung der mittleren Windesrichtung aus Mangel eines sichern Maafses der Intensität, wenigstens aus den Beobachtungen die möglichst richtigsten Resultate zu erhalten. Es ist daher zu wünschen, dafs Schouw die absoluten Zahlen mittheile, und, wo es die Beobachtungen erlauben, statt der Summe der Tage die Summe der Intensitäten gebe, wo Zwischenwinde unterschieden sind, diese Unterscheidung beibehalte. Die Lambert'sche Formel wird dann für 16 Winde, wenn man von Süd als Nullpunkt der Windrose nach West herumzählt, und mit φ den Winkel der mittleren Windesrichtung mit dem Meridian bezeichnet:

$$tg\,\varphi = \frac{a + b\cos 45^\circ + c\cos 22\tfrac{1}{2}^\circ + d\cos 67\tfrac{1}{2}^\circ}{\alpha + \beta\cos 45^\circ + \gamma\cos 67\tfrac{1}{2}^\circ + \delta\cos 22\tfrac{1}{2}^\circ}$$

wenn

a = W — O	α = S — N
b = NW + SW — NO — SO	β = SW + SO — NW — NO
c = WNW + WSW - ONO - OSO	γ = WSW + OSO - WNW - ONO
d = NNW + SSW — NNO — SSO	δ = SSW + SSO — NNW — NNO

wo, wenn die Intensitäten gleich gesetzt sind, die Windzeichen die Summe der Beobachtungen bezeichnen, wenn die Intensitäten unterschieden sind, die Summe der Intensitäten. Sind nur die 8 Cardinalwinde unterschieden, so fallen die mit c, d, γ, δ multiplicirten Glieder weg.

Die aus den Schouw'schen Angaben also nur als vorläufige Näherungswerthe anzusehenden berechneten Windesrichtungen ergeben, wenn S = 0°, W = 90°, N = 180°, O = 270° ist, folgendes:

Paris.	Amsterdam.	Regensburg.	Mannheim.	München.
65° 4′ (79° 40′)	71° 39′	149° 7′	115° 14′	59° 24′

Strasburg.	Prag.	Sagan.	Erfurt.	Berlin.	Hamburg.
(313° 1′)	75° 41	35° 59′	86° 48′	95° 40 (93° 32′)	78° 39′
Göttingen.	Würzburg.	London.	Lancaster.	Keswick.	
36° 49′	99° 21′	90° 58′	34° 58′	43° 21′	
Kendal.	New Malton.	Penzance.	Gosport.	Manchester.	
69° 17′	81° 53′	62° 46′	91° 41′	42° 3′.	
Southwick.	Clunie Manse.	Cork.	Copenhagen.	Skagen.	Christiansöe.
(77° 29′)	78° 34′	94° 51′	62°45′(58°59′)	46° 36′	65° 44′
Apenrade.	Hoffmansgave.	Viborg.	Steons Leuchtthurm.		
115° 39′	32° 14′	75° 45′	54° 55′		
Königsberg.	Danzig.	Söndmör.	Stockholm.	Petersburg.	Moskow.
71° 25′	(91° 28′)	59° 17′	94° 58′	112° 30′	122° 27′

Die eingeklammerten Zahlen sind aus den directen Zahlen bestimmt. Hinzugefügt sind die Werthe für Strasburg (der einzige Ort, wo SO sich findet) 15 Jahr obs. Herrenschneider, Southwick 11 Jahr n. Mill., Danzig 18 Jahr obs. Kleefeld, Königsberg 11 Jahr obs. Sommer. Der Werth für Paris ist aus den Beobachtungen von Messier.

Ordnet man diese Werthe nach der geographischen Länge, so sieht man wie mit dem Fortgehen nach Ost die Windesrichtung immer mehr nördlich wird.

Diese Beobachtungen berechtigen uns, wenn auch noch bedeutende Abweichungen sich finden, zu der Annahme, dafs über dem westlichen Europa eine südwestliche Windesrichtung die herrschende sey. Da nämlich die Intensität der südlichen Winde bedeutend gröfser ist als die der nördlichen, so würden mit Berücksichtigung der Intensität alle Orte eine mehr südliche mittlere Windesrichtung erhalten. Aus Lambert's Berechnung ergab sich, dafs als in Berlin entschieden die Luft von SW. nach NO. strömte, sie in Petersburg hingegen von NO. nach SW. flofs. Ist es auch wahrscheinlich, dafs dieser SW. Strom sich allmählig mehr nach Osten über den Continent der alten Welt ausgebreitet hat, so werden wir doch annehmen dürfen, dafs ein von Nordost nach Südwest fliefsender Strom sich auch jetzt noch neben dem SW. befindet, dessen Existenz durch Beobachtun-

gen im östlichen Rufsland und Nordasien nachgewiesen werden mufs. Bei der folgenden Betrachtung werde ich diefs annehmen, die daraus sich ergebenden Resultate, und die nähere Bestimmung dieser Annahme wird ein Prüfungsmittel für ihre Zulässigkeit an die Hand geben.

Zwei in entgegengesetzter Richtung neben einander fliefsende Ströme, Taf. VII. Fig. 1., werden da, wo sie sich berühren einander gegenseitig hemmend, nothwendig Wirbel erzeugen. Ich werde den von SW. nach NO. fliefsenden Strom den *südlichen* nennen, den von NO. nach SW. fliefsenden den *nördlichen*. Bezeichnen wir jenen mit *a*, diesen mit *b*, so werden von der Mitte des Stromes *a* bis zur Mitte des Stromes *b* alle Wirbel in demselben Sinne geschehn müssen, denn die im südlichen sind SW. W. NW.
die im nördlichen NO. O. SO.

Gehen wir über die Mitte des nördlichen Stromes fort nach Osten, so würden, wenn jenseits des Stromes *b* sich ein neuer südlicher Strom *c* befände, die Wirbel von der Mitte des Stromes *b* bis zur Grenze von *c* geschehen in dem Sinne NO. N. NW. . . . , die Wirbel von der Grenze von *c* bis in die Mitte von *c* in dem Sinne SW. S. SO., beide also in demselben Sinne, aber in dem den vorigen entgegengesetzten. Denn die früheren geben zusammen betrachtet die Drehung
SW. W. NW. N. NO. . . . SW.
diese hingegen SW. S. SO. O. NO. . . . SW.

Nach der Krümmung der Isothermen zu schliefsen, und dem in einer frühern Abhandlung bewiesenen Einflufs der mittleren Windesrichtung auf die mittlere Temperatur, ist es mir nicht unwahrscheinlich, dafs über die beiden Continente der alten und neuen Welt auf der nördlichen Halbkugel zwei nördliche Ströme gehen, über die zwischenliegende Oceane zwei südliche, die sich bis in eine gewisse Breite über die Continente ausbreiten. Nennen wir *a*, *c* die südlichen, *b*, *d* die nördlichen, so

wird, von der Mitte von *a* bis *b*, von der von *c* bis der von *d* die Drehung seyn

S. W. N. O. S.

hingegen von der Mitte von *b* bis der von *c*, und der von *d* bis der von *a* seyn

S. O. N. W. S.

Die Verhältnisse der Niederschläge zu den Barometerveränderungen, die Lage der Maxima und Minima in Beziehung auf die Unterscheidung der Ost- und Westseite werden sich bei der zweiten Drehung gerade umgekehrt verhalten wie bei der ersten. Gäbe es nur einen nördlichen und einen südlichen Strom, so wird diese Umkehrung nur einmal stattfinden. Die Berechnung von Beobachtungen an der Ost- und Westküste Amerika's *), von denen ich keine besitze, können darüber entscheiden. Für Asien habe ich einjährige zu Calcutta angestellte Beobachtungen berechnet, um aus der Art, wie die Mussons einander ablösen, die Drehung im Grofsen zu erhalten. Ich erhielt in englischem Maafs:

*) Durch Berechnung der Drehung des Windes vermittelst des Barometers kann man für jeden Ort, wo 3 Mal täglich beobachtet ist, entscheiden, wie die Ströme zur Seite fliefsen. Man berücksichtigt nämlich nur die mittlere Windbeobachtung, und benutzt die vorhergehende und nachfolgende zur Bestimmung des Steigens und Fallens des Barometers.

	N.	NW.	WNW.	W.	SW.	S.	SO.	O.	NO.
Jan.	30″,122	30″,105	30″,071	30″,071	30″,029	30″,004	—	—	—
Febr.	30,006	30,035	—	30,004	30,034	30,028	29,966	30,063	—
März	—	30,01	—	—	30,003	29,903	29,942	—	—
April	—	29,94	—	—	—	28,833	29,798	—	29,826
Mai	—	—	—	—	29,792	29,777	29,765	29,833	—
Jun.	—	—	—	—	—	29,609	29,585	29,604	29,56
Jul.	—	—	—	—	29,551	29,626	29,59	—	29,525
Aug.	—	—	—	—	—	—	29,615	—	29,673
Sept.	—	—	—	—	—	—	29,732	29,718	29,683
Oct.	—	29,922	—	—	29,926	—	—	—	29,853
Nov.	—	30,005	—	—	—	—	—	—	29,912
Dec.	—	30,01	—	—	—	—	—	—	—

Der Einflufs des Windes auf das Barometer ist nicht zu verkennen, bei NW. das Maximum, bei SO. das Minimum. Die für die monatlichen Mittel berechneten Windesrichtungen werden also auf die Drehung schliefsen lassen. Diese ergeben:

	Jan.	Febr.	März.	April.	Mai.	Jun.
Temperatur	66°,6	75°	79°	82°,5	86°	83°
Regen . . .	—	2″,9	0″,5	8″,0′	6″,0	24″,4
Barometer .	30″,08	30″,02	29″,95	29″,83	29″,77	29″,58
Wind . . .	155° 45′	79° 52′	354° 36	336° 566	348° 29	320° 50′
	NNW.	WSW	S.	SSO.	SSO.	SO.

	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Temperatur	83°	83°	83°	83°	75°	69°
Regen . . .	12″,8	9″,3	11″,7	1″,4	0″,5	—
Barometer .	29″,59	29″,62	29″,71	29″,91	29″,98	30″,01
Wind . . .	314° 11′	298° 45′	285° 14	94° 5′	118° 4	135°
	SO.	OSO.	OSO.	W.	WNW	NW.

Bei den Seemussons zeigt sich die der europäischen entgegengesetzte Drehung entschieden. (Auch hier Intensit. =1.) Aufserdem ist hier im Mittel ein entschieden südlicher Strom. Eben so werden unter den Tropen zwischen Amerika und Afrika die einander ablösenden Passate eine ganze Drehung oder zwei halbe erzeugen müssen. Aus den Beobachtungen von Boussingault mufs sich diefs bestimmen lassen. Denn einjährige Beobachtungen in Bogota, Aug. 1823 bis Aug. 1824, zeigen im Gange der barometrischen Mittel deutlich eine periodische Veränderung.

August.	Septemb.	Octob.	Novemb.	Decemb.	Januar.
561mm,11	560,94	560,71	560,45	560,13	560,45
Februar.	März.	April.	Mai.	Junius.	Julius.
560,48	560,61	561,13	560,75	561,24	561,34

Auf der südlichen Halbkugel hat man häufig entgegengesetzte Drehungen beobachtet. Forster (Bemerk. p. 111.) sagt: »zwischen 40° und 46° S. Br. im Südmeere fanden wir 1773 ganz unvermuthet Ostwinde. Es war

dabei merkwürdig, dafs, so oft der Wind sich änderte, welches zwischen dem 5. Juni und 5. Juli vier Mal geschah, er allmählig um den halben Compafs und zwar allezeit in der dem Laufe der Sonne entgegengesetzten Progression fortrückte.« Le Gentil sagt (*Voyage* 2. *p.* 701.), dafs in der nördlichen Halbkugel mehrentheils der Wind aus Osten durch Süden in Westen übergehe, auf der südlichen aber die entgegengesetzte Wendung nehme.

Gehen wir zum westlichen Europa zurück, um auf dem Terrain, wo wir zahlreiche Beobachtungen besitzen, die Wirkung jener Ströme zu untersuchen, so müssen wir vorzüglich das festhalten, dafs die mittlere Windesrichtung eine Abstraction ist, die nie zur Erscheinung kommt; uns fehlt hier aufserdem die Realisation derselben, wie wir sie in der constanten Quellentemperatur für die Thermometeore besitzen. Die Thatsache ist, dafs an einem bestimmten Ort die Luft eine Zeit lang nach Süden strömt, dann wieder nach Norden. Die Dauer dieser Ströme, ihre relative Geschwindigkeit zusammen betrachtet, giebt die mittlere Windesrichtung. Ich sehe nun alle Witterungserscheinungen in längeren und kürzeren von den jährlichen Veränderungen mehr unabhängige Perioden als bedingt an durch diese Ströme, die Wochen lang fast unverändert bleibende NO. zeigende Windfahne bei hellem Wetter ist mir der gesehene nördliche Strom, der eben so lange wehende SW. mit immer erneuertem Niederschlag der gesehene südliche Strom, die sich gegenseitig zur Seite verdrängend in ihren Uebergang die Mittelwinde erzeugen, ich nehme also an, dafs immer entgegengesetzte Ströme neben einander existiren, wobei es gleichgültig ist, ob der NO. Strom eine mehr östliche Richtung erhält, der SW. Strom eine mehr westliche.

Die Gegenden, wo der südliche Strom über den nördlichen das Uebergewicht hat, stellen das Seeclima dar,

dar, die, wo das umgekehrte statt findet, das Continentalclima. Mildere Winter, kühlere Sommer, eine erhöhtere mittlere Temperatur, ein niedrigeres barometrisches Mittel, häufige Niederschläge sind das Characteristische des ersten. Durch allmählige Veränderung dieser Ströme kann eine bedeutende climatische Veränderung entstehen.

Der individuelle Character kürzerer Perioden ist durch diese Ströme bedingt. Ein Befinden im Südstrom hat das Characteristische des Seeclima's, ein Befinden im Nordstrom das des Continentalclima's. Die Temperaturcurve eines Jahres der ersten Art ist viel flacher, hingegen die täglichen Variationen im zweiten gröfser. Zur Vergleichung der Jahre 1816 und 1826:

Paris. Wind.

1816.	N. NO. OSO	=111	S. SW. NW.	=255
1826.	- - -	=156	- - -	=209
		— 45		+ 46

Anzahl der Niederschläge:

1816.	167 Regentage	13 Schneelage	Regenmenge 54^c,54
1826.	129 -	7 -	- 47,209
	38	6	7,33

wärmster Monat	1826.	21,2	1816.	15,6
kältester	-	— 1,7		2,6
	Unterschied	22°,9		13°.

Das barometrische Mittel von 1816 ist 3^mm,15 niedriger als 1826, die tägliche mittlere Variation 0,19 gröfser im Jahr 1826.

Aus der obigen Betrachtung ergiebt sich, dafs nie dieselbe climatische Eigenthümlichkeit auf der ganzen nördlichen Hälfte der Erde stattfinden kann, dafs sich immer eine Differenz zwischen den östlichen und westlichen Gegenden finden mufs. Eine sehr strenge Kälte im westlichen Europa läfst also in Sibirien oder America eine mildere Witterung erwarten, feuchte Sommer hier, trocknen dort. Denn je entschiedener an einem Ort der süd-

liche Strom ist, desto entschiedener mufs auch der daneben fliefsende nördliche seyn.

Egede Saabye erzählt von Grönland: die Dänen haben bemerkt, dafs wenn der Winter in Dänemark strenge gewesen, der grönländische nach seiner Art gelinde war, und umgekehrt. Im Jahr 1802 war der Sommer im westlichen Europa sehr trocken, im östlichen Asien anhaltender Regen und ungeheure Ueberschwemmungen. 1816 war der Sommer in Preufsen, Polen und Rufsland heifs und trocken. Während der strengen Winter 1798, 1799 herrschten in Frankreich und Deutschland fast unausgesetzt NO. und O. Da wo der N. und Ostwind in dem Sommer dieser Jahre wehte, war es sehr trocken bei vollkommen heiterm Himmel. In Grönland war der Winter hingegen im Jahr 1799 so mild, dafs in Lichtenau im December das Thermometer meist einige Grade über dem Gefrierpunkt stand. Hingegen der Sommer wintermäfsig durch häufige Schneefälle. Der furchtbare Sturm im December 1792, der bei Spandau ganze Wälder umrifs, war von Berlin nach Göttingen hin SW. WSW. W. mit häufigen Regen und Gewittern, hinter Berlin nach Königsberg zu O. und NO.

Ueber den Einflufs des Vorherrschens der östlichen oder westlichen Winde auf die Temperatur der Jahreszeiten und die Anzahl der Niederschläge, vergl. Schouw, Beitr. p. 77. 86.

Die die beiden Ströme trennende Grenze ist also eine Linie in der Richtung von SW. nach NO., die sich parallel mit sich selbst nach Osten bewegt, dann wieder zurück, Taf. VII. Fig. 2. Alle Orte, deren mittlere Windesrichtung in Europa eine südwestliche ist, werden sich gewöhnlich in der östlichen Hälfte des Südstromes befinden, seltner in der westlichen des Nordstromes. Sollte aber der Fall vorkommen, dafs der Nordstrom sich so weit nach Westen zur Seite ausbreitet, dafs der Beobachtungsort jenseits der Mitte des Nordstromes liegt,

so werden die Drehungen des Windes in dem dem gewöhnlichen grade entgegengesetzten Sinne stattfinden. Umgekehrt wird man aus dem continuirlichen Durchgange des Windes durch die Windrose in dem Sinne S. O. N. W. S. schliefsen können, dafs westlich vom Beobachtungsort ein Nordstrom existirt. Die in dem Uebergange der Ströme in einander entstehenden Wirbel müssen zugleich in der Richtung des Stromes fortrücken, können also nur selten an einem Orte vollkommen beobachtet werden. Das Fortfliefsen des Wirbels und die Aufeinanderfolge neuer wird sich also darstellen als ein Zurückspringen des Windes, desto häufiger, je gröfser die Geschwindigkeit desselben ist. Scoresby, dessen Aufmerksamkeit selten ein Phänomen entgeht, beschreibt diese Wirbel der beiden Ströme sehr schön, *Art. Regions. p.* 1. 409. Da aber die Intensität der südlichen Winde gröfser ist als die der nördlichen, so wird das Zurückspringen des Windes weit häufiger auf der Westseite der Windrose stattfinden als auf der Ostseite, die Anzahl aller westlichen Mittelwinde gröfser seyn als aller östlichen; die Winde selbst aber, welche der Richtung der beiden Ströme entsprechen und einander in der Windrose grade gegenüberliegen, müssen in Beziehung auf ihre Anzahl Maxima seyn. (Besonders auffallend zeigt diefs die längere Pariser Beobachtungsreihe. Auch bestätigen diefs fast alle von Schouw mitgetheilten Tafeln, nur dafs, wo die mittlere Windesrichtung eine mehr westliche ist, die Maxima nicht auf SW. und NO., sondern auf W. und O. fallen, z. B. Berlin.) Man könnte mir aber einwerfen, dafs diefs Raisonnement ein logischer Kreis sey, da die mittlere Windesrichtung es nothwendig mache, dafs die südlichen und westlichen Winde häufiger sind, als die nördlichen und östlichen, wenn sie überhaupt eine südwestliche seyn soll. Aber der Weg jeder Naturbetrachtung ist ein doppelter. Zuerst suchen wir aus der Vergleichung vieler Erscheinungen die allgemeineren Be-

stimmungen, die in sie eintreten; der andre eben so nothwendige ist: die besondere Erscheinung aus diesen gewonnenen Bestimmungen wieder zu construiren.

Wenn aber die entgegengesetzten Ströme einander zur Seite verdrängen, so kann weder der SW. noch der NO., wenn ich ihren Eintritt an verschiedenen Orten der Zeit nach vergleiche, sich in der Richtung genau fortpflanzen, in welcher er weht. Da nun der Südstrom früher westlicher lag, ehe er am Beobachtungsorte eintrat, der Nordstrom östlicher, so wird wegen der Lage des Meeres gegen das Continent jener die gröſste Menge Wasserdampf enthalten, dieser die kleinste. Alle Niederschläge zerfallen hiernach in zwei Classen:

1) Niederschläge des südlichen Stromes selbst;
2) Niederschläge des Uebergangs beider Ströme in einander;

und als Gegensatz dazu

3) nördlicher Strom ohne Niederschlag.

1) Die rasch dem Pole zuströmende warme Aequatorialluft (der obere Passat, unser Südstrom), Taf. VII. Fig. 3., tritt in immer höhere Breiten, ihre Dampfcapacität wird also fortwährend vermindert, und so verliert sie in immer erneuerten Niederschlägen ihren Wasserdampf. Das sind jene langen Regen bei unveränderter Windesrichtung niedrigem Barometer, das aber oft Tage lang sich kaum merklich ändert. (Beobachtungsort *m* im Strom *a*.)

2) Die Niederschläge des Uebergangs habe ich oben betrachtet (*m* an der Gränze Taf. VII. Fig. 2.).

3) Die nördliche Luft des ruhig flieſsenden nördlichen Stromes kommt allmählig in immer niedere Breiten, ihre Dampfcapacität wird fortwährend erhöht, und während der Dauer dieses Stromes bleibt, wie beim NO. Passat, der Himmel heiter. An einem Orte betrachtet, ergiebt dieſs: *m* in *b*, Taf. VII. Fig. 4.

Befinden wir uns in der Mitte des nördlichen Stroms,

so ist für den durchgedrungenen Wochen lang ruhig fortfliefsenden NO. kein Grund zum Niederschlag vorhanden, strenge Kälte im Winter, das heiterste Sommerwetter mit gelind kühlendem Winde, sind das Bezeichnende dieser Periode. Wir nennen sie schönes Wetter, barometrisches Maximum. Aber nun tritt der südliche Strom allmählig von oben ein; ist seine Intensität nicht bedeutend, so stellen sich die Wirbel des Nordstroms als ein ruhiges Schwanken der Windfahne zwischen ONO. und OSO. dar, Taf. VII. Fig. 5. Oft erscheinen die Wirbel gar nicht, der Uebergang in den Südstrom ist eine continuirliche Drehung. Wenn dann am Beobachtungsort noch der Himmel heiter ist, und am Westhorizont eine lange Wolkenbank erscheint, so sagt man, die Sonne geht schlecht unter, es wird regnen. Die Windfahne zeigt dann mit stark fallendem Barometer SO. Jene Wolke mit ihren nach Norden gerichteten Spitzen ist der gesehene Südstrom, der von Westen heranrückend schon über den Horizont herauf ist, und seinen Weg am Himmel dunkel abzeichnet. Ist er heute schon über dem Horizont, so wird er morgen über unsern Köpfen fliefsen, es wird regnen. Es regnet, die Windfahne ist SW. geworden, wir sind im Südstrome, und alle die rasch fortfliefsenden Wirbel bringen noch manchen trüben Tag. Bei Ost- und Westwinden werden daher Winde in verschiedenen Richtungen über einander wehen, bei südlichen und nördlichen nicht. Taf. VII. Fig. 6. stellt den senkrechten Durchschnitt der Atmosphäre dar während einer unten beobachteten Drehung.

Jeder Durchgang von S. bis S. ist im Winter eine Frostperiode für sich. Diese Perioden sind am kürzesten im Uebergang des Winters in den Sommer und umgekehrt. Jene nennen wir Aprilwetter. Hier nennt man die Uebergänge in den Winter: kleine Winter, und sagt, es giebt sieben kleine Winter, ehe der ordentliche kommt. Ueberhaupt zerfällt jeder Winter nach der Anzahl der

Durchgänge durch die ganze Windrose in gröfsere oder kleinere, durch Thauwetter getrennte Kälteperioden. Thauwetter, barometrisches Minimum, Landregen, Sturm gehören dem Südstrom an. Im Allgemeinen werden sich die Barometerveränderungen des Südstroms von SW. nach NO., die des Nordstroms von NO. nach SW. fortpflanzen. Aus dem raschen Uebergange der Ströme in einander, im Frühling und Herbst, folgt, dafs da am häufigsten verschiedene Windesrichtungen über einander wehen werden. Daher zeigen sich dann die gröfsten Unregelmäfsigkeiten im Zusammenhang des Barometers mit der nur unten beobachteten Windesrichtung.

Was erzeugt nun zu einer bestimmten Zeit die so verschiedene Intensität dieser Ströme? Ist ihr gegenseitiges Verdrängen an Perioden geknüpft oder nicht? Das kann nur durch genauere Untersuchungen entschieden werden. Ihr Hauptentstehungsgrund ist nothwendig in der temporären thermischen Vertheilung zu suchen, und Brandes hat aus vergleichenden Beobachtungen diefs bereits für den Nordstrom im März wahrscheinlich gemacht (Unterhaltungen, 2. p. 120.). Aber ein allgemeines Verständnifs dürfen wir hoffen, wenn wir durch vergleichende Beobachtungen Isothermen für die monatlichen Mittel erhalten, wie sie A. v. Humboldt für die jährlichen gegeben hat.

VI. *Ueber barometrische Minima;* *von H. W. Dove.*

Wenn überhaupt die gröfseren meteorologischen Differenzen, die einer besondern jährlichen oder kürzeren Periode ihren individuellen Character geben, diesen zwei in entgegengesetzter Richtung fliefsenden und einander gegenseitig verdrängenden Strömen verdanken, so wird

wenn alles, was den einen Strom characterisirt, zu einer bestimmten Zeit am schärfsten hervortritt, dieſs sich in allen meteorologischen Erscheinungen als Extrem geltend machen. Das Characteristische dieser Ströme läſst sich zuletzt aber auf die Temperaturdifferenzen derselben zurückführen, und da diese im Winter am gröſsten sind, so wird ein solches Phänomen hauptsächlich im Winter stattfinden. Die Erscheinung kann aber auf eine doppelte Art betrachtet werden, indem man untersucht, wie sie sich auf dem ganzen Schauplatz ihrer Wirkung darstellt, und sie dann als locales Phänomen ansieht. Ein barometrisches Minimum ist eine Erscheinung des Südstroms, ein barometrisches Maximum des Nordstroms. Gleichzeitig betrachtet muſs also jenes Phänomen der Südstrom selbst seyn, local ein stürmischer Durchgang durch das Minimum der Windrose, oder wenn wir beides zusammenfassen, so muſs ein Minimum ein in der Richtung des Südstromes fortschreitender Wirbel seyn, Taf. VII. Fig. 7. Dieſs ist die Erscheinung, wenn sie ungestört hervortritt. So war es am 24. Dec. 1821. Aber oft treten Störungen ein, die sie verdecken. Ein sehr schönes Beispiel davon ist der 2. Februar 1823. Diese beiden Minima sind zugleich die Repräsentanten der Erscheinung, wie sie am verschiedensten sich zeigen kann. Eine treffliche Zusammenstellung der Beobachtungen verdanken wir bekanntlich Brandes *de rep. var. in press. atm. obs. Lips.* 1826.

Daſs überhaupt Stürme Wirbelwinde sind, ist eine Erfahrung, die jeder Seemann bestätigen wird. Da aber in unsern Gegenden alle stärkeren Stürme SW. Stürme sind, so wird die Drehung SW. NW. . . seyn.

Der furchtbare Orcan am 17. Januar 1818 war hier S. SW W. NW. Drei Meilen von hier war ein Gewitter, das Barometer fiel dabei vom 3. Januar von 346''',67 bis zum 18. auf 325''',21, also in 15 Tagen 21 Linien, während das Thermometer sich vom 3. von

—22°,6 R. bis 7. schon auf +1,2 erhob, also in 4 Tagen 24°, als SW. Winde aus Ostwinde folgten, und die Temperatur immer stieg, so daſs man bald die grünen Saaten ohne Schnee sah. Am 18. fiel allein das Barometer in 8 Stunden 8 Linien, während die Wärme immer zunahm bis +4°,5 Abends 5 Uh. Eben so war der Sturm am 9. November 1800 SW. WSW. in Paris, ganz übereinstimmend der am 28. December 1803, wo die Temperatur vorher bis auf 11¼° stieg, während das Barometer auf 328‴,6 fiel. »Man hält an der Nordsee die Stürme für die gefährlichsten, und findet, daſs sie die höchsten Fluthen bringen, welche in SW. anfangen und sich dann nach NW. wenden.« (Brandes, G. A. Bd. 29. p. 179.)

Hingegen sind die meisten von mir verglichenen Orcane auf der südlichen Hälfte der Erde im entgegengesetzten Sinn, nämlich SW. S. O... (unter verschiedenen geographischen Längen aber wahrscheinlich verschieden).

Bei den zu betrachtenden Minimis habe ich zu beweisen:

1) Daſs wir uns überhaupt im Südstrome befinden, und daſs alles, was ihn characterisirt, als Extrem vorhanden ist.
2) Daſs der an einem Orte beobachtete Wirbel in der Richtung des Stromes fortschreitet.
3) Daſs das Minimum sich an den verschiedenen Beobachtungsorten darstellt als Durchgang durch das Minimum der Windrose im regelmäſsigen Sinn.

Ich glaube nicht erst bemerken zu dürfen, daſs bei der Schnelligkeit des Stromes kein Wirbel vollendet werden wird, überhaupt mehrere Minima auf einander folgen werden.

Minimum am 24. December 1821.

1) Wir befinden uns im Südstrome. Taf. VII. Fig 8.

Die mittlere Windesrichtung ist im November und December SW. in Penzance, London, Bushey Heath, Cambridge, New Malton, Lancaster, Manchester, Paris, Brest, Danzig, Königsberg u. s. w. »Ein mehr oder weniger stürmischer SW. scheint in der mittleren Gegend des westlichen Europa's überall geherrscht zu haben« (*Bibl. univ. T.* 19. *p.* 29.). — Dieser herrschende Wind war stürmisch. Brest, den 26.: »Seit 14 Tagen leben wir mitten in Stürmen, die nicht aufgehört haben mit einer Wuth ohne Gleichen zu brüllen.« Von Livorno bis Barcelona hat der Sturm vom 24. bis 25. furchtbaren Schaden angerichtet. In Venedig, Genua, Nizza Ueberschwemmungen. Von Malta kommen Schiffe in 7 Tagen nach Venedig. In London seit 1809 die gröfste Ueberschwemmung. In Portsmouth war ein Windstofs aus SSO., wie man seit lange ihn nicht erlebt hat. Das Meer erhob sich dadurch zu einer enormen Höhe. In Appenzell stürmt es, wie Keiner es sich erinnert gesehen zu haben. An den spanischen, französischen und italienischen Küsten nur Nachrichten von Schiffbrüchen.

Die Temperatur war während dieser Periode bedeutend erhöht.

In ganz Italien zeigt sich eine ungewöhnliche Wärme. In Tolmezzo stieg das Thermometer auf 25° R. im Schatten. In Genf steigt das Thermometer in der Nacht vom 24. zum 25. rasch 5° R., und steht am höchsten 12°5, am 25. Morgens $1\frac{1}{2}$ Uhr. In Boulogne sur Mer steht das Thermometer am höchsten den 25. Morgens 3 U. 25' +9°,4 C., eine halbe Stunde vor dem barometrischen Minimum; in Paris Abends 9 Uhr den 24. +9°,6 C. In Hamburg steht es Abends 7 Uhr 2°,3 R. höher als Mittags. In Paris ist der niedrigste Thermometerstand im Dec. +1°,7 C., 1820 aber — 13°. Die mittlere Tem-

peratur $+9^{o},7$ ist $4^{o},2$ höher als die des vorigen Jahres. Seit 1806 ist diefs die gröfste Wärme des Minimums. Im November 1821 ist das Mittel $+10^{o},2$, 1820 $+5^{o},1$.

Zu derselben Zeit ist in America es sehr kalt, also wahrscheinlich ein Nordstrom. *Biblioth. univ.* 19. *p.* 218. »*Nous disons à cette occasion, que l'hiver, dont on a eu à peine quelques signes en Europe semble avoir porté ses rigueurs sur le continent Américain. Une lettre du 27 Janvier annonce, que le thermomètre y est descendu plusieurs fois à* — 15° *R. On dit même, que le froid a penetré jusque dans la zone aequatoriale.*

Ein so heifser Luftstrom, als dieser SW. über Europa, mufs natürlich, wenn er mit stürmischer Schnelle in immer höhere Breiten eindringt, furchtbare Niederschläge geben, und dieser plötzliche Niederschlag wird der Gewitterbildung vorzüglich günstig seyn. Diese Niederschläge werden da, wo die Alpen wie eine Mauer ihn hemmen, Gebirgsniederschläge seyn, in der Ebene zuerst Niederschläge der Ostseite, dann die des durchgedrungenen SW., zuletzt im Verdrängen desselben durch eine kältere Luft Niederschläge der Westseite. Die der Ostseite mit fallendem Barometer und steigender Temperatur, die der Westseite mit steigendem Barometer und sich mindernder Wärme. Ganz dasselbe gilt für die Gewitter, die ich früher schon angeführt habe.

Dafs dieses atmosphärische Wasser aus fremden Gegenden herbeigeführt wird, läfst sich leicht beweisen. In Bushey Heath war im August die Verdunstung 4'' engl., die Regenmenge 2'',316, im December die Verdunstung 1'',500, die Regenmenge 4,617. Dafs es aber durch südliche Winde herbeigeführt wurde, läfst sich von Tanargue beweisen, denn in Joyeuse fielen im December 67''',6 franz. Regen, in dem daneben liegenden Viviers 32''',36. Wäre es aus nördlichen Winden gefallen, so hätte eher in Viviers die Regenmenge gröfser seyn müssen als in Joyeuse.

Jenseits der Alpen finden wir daher grofse Ueberschwemmungen durch Gebirgsgewässer. In Piemont führen die ausgetretenen Bäche, Brücken und Häuser fort, die Scrivia erhebt sich bei Tortona zu einer aufserordentlichen Höhe, die Strafsen von da nach Plaisanze, von Turin nach Novi sind überschwemmt, alle Wege östlich und südlich von Genua sehr beschädigt. Auf dem Bernhard fallen in 24 Stunden 13 Zoll Schnee, und am 26., als der Wind nach NO. herumgeht, noch 9 Zoll. In Genf tritt die Wärme so plötzlich ein, dafs die Hygrometer von 100° auf 77° zurückgehen, da die Dampfcapacität um 5° plötzlich erhöht wird, erst mit steigendem Barometer fällt Regen und Hagel (Graupel). In Joyeuse fallen am 23. 8''' Regen. Die Anzahl der Regentage ist in Paris im December die gröfste des Jahres, nämlich 18, die Regenmenge 6°498. Das Mittel von 1818—1825 ist nur 4,187, zugleich die Differenz des obern und untern Regenwassers im Mittel am gröfsten, am 24. oben 0,1, unten 0,250, am 25. oben 0,365, unten 0,650, am 28. bei einem zweiten Minimum 0,500 und 0,900. Howard sagt von London, eine solche Regenmenge ist für diesen Monat unerhört. Ueberall Donner und Blitz.

2) Das Minimum rückt fort in der Richtung des SW. Stroms. Von Brest nach Apenrade. (Vergl. die Tafeln bei Brandes.)

Da wo die ebene Fläche des Meeres dem Winde kein Hindernifs entgegenstellt, wird auch die Fortpflanzung des Effectes am ungestörtesten seyn. Aber wo eine Gebirgswand sich ihm entgegenstellt, wird nothwendig eine Anhäufung der Luft disseits der Gebirgswand stattfinden müssen, jenseits derselben hingegen eine sprungweise Erniedrigung des Barometers, und so finden wir auch, dafs jenseits der Alpen das Barometer plötzlich höher steht als disseits. In der Höhe, wo diefs Hindernifs aufhört, wird auch seine Wirkung aufhören, wir sehen daher auf dem St. Bernhard schon ein rasches Fal-

len; während diefs in den lombardischen Ebenen noch nicht bemerkt wird. Da aber die Differenzen des Drukkes, je tiefer am Boden, desto gröfser sind, so wird in den Spalten des Gebirges, wo die Luft hindurchdringen kann, diefs mit der gröfsten Heftigkeit geschehen. Deswegen wüthet der Sturm in den Thälern weit heftiger als auf dem Gipfel der Berge. Diese Differenzen werden natürlich abnehmen, je länger der Strom dauert, und je mehr sich dessen Intensität vermindert, daher werden die Differenzen disseits und jenseits des Gebirges immer kleiner. Die Linie *ab*, Taf. VII. Fig. 8., welche die bedeutendsten Minima verbindet, giebt die Richtung des Stromes, eine darauf senkrechte Linie *cd* die Breite desselben, wenn sie bis zum Mittel verfolgt wird. Aus dem gegenseitigen Verhalten der neben einander fliefsenden Ströme folgt aber, dafs, wenn wir von der Mitte aus auf dieser senkrechten Linie *cd* fortgehen, wir immer höhere Barometerstände finden müssen. Die Barometerstände auf dieser Linie, deren Richtung von NW. nach SO. geht, sind der zu einer bestimmten Zeit beobachtete Totaleffect der Erscheinung. Dieser rückt fort parallel mit sich selbst in der Richtung des Stroms *ab*. Es rükken also so viel Minima fort, als Beobachtungsorte in der senkrechten Linie *cd* unterschieden sind. Von diesen Minimis ist eins das bedeutendste, nach beiden Seiten zu nehmen dieselben ab. Der Ort, wo das Barometer am tiefsten steht, braucht aber nicht in der absoluten Mitte des SW. Stromes zu liegen, denn die gröfste Geschwindigkeit eines fortfliefsenden Stromes wird selten in der Mitte desselben seyn. Verbindet man nun alle Orte, an welchen das Barometer gleich viel unter dem Mittel steht, so werden diese Linien, die ich früher isobarometrische genannt habe, keine Kreise seyn, sondern eher elliptisch, wie schon Brandes bemerkt. In welchem Sinne jene eliptischen Figuren ihre grofse und kleine Achse haben in der Richtung von NW. nach SO. oder

von SW. nach NO., hängt ab von dem Verhältnifs der Geschwindigkeit des Stromes zu der Breite desselben.

3) Dieses fortrückende Minimum stellt sich an einem bestimmten Orte dar als stürmischer Durchgang durch das Minimum der Windrose, also als eine Drehung.

O. SO. S. SW. W.

Helston. Fällt am 24. mit O., Minimum in der Nacht, steigt am 25. mit W., am 26. mit NW., neues Minimum mit SW. auf den NW. mit steigendem B. folgt.

London. Fällt am 24. mit SO. und beständigem Regen, steigt am 25. mit NW. Howard. Neues Min. S. SW. am 28. *London Societ.* O. S. Min. W.

Owensrow. Fällt mit SO. am 24. Min. 4 U. M., steigt mit heftigen Regen bei NW., dann N. und O.

Cambridge. Fällt am 24. mit SO., steigt am 25. und 26. mit W.

New Malton. Min. bei heftigem Südsturm, dann Blitz und Ströme von Regen, es mufs W. gefolgt seyn. Neue Wirbel.

La Chapelle. Wind ist SW. und W. im Monat, mittlere Temperatur des Monats 4—5° höher als gewöhnlich. Der Wind bei dem Minimum nicht angegeben.

Boulogne sur Mer. Fällt am 24. mit SSO. und S. Dann ist ONO. Nachmittag 2 Uhr angegeben. Von da fehlen die Windbeobachtungen. Gilbert bemerkt aber sehr richtig, die steigende Wärme von 9 Uhr Morgens den 24. bis 3 Uhr 25' Morgens, den 25. scheint auf Fortdauer des südlichen Windes bis dahin zu deuten. Zuletzt steigt das Barometer entschieden mit WNW., während die Temperatur sich erniedrigt.

Paris. Fällt am 24. mit S., steigt am 25. mit WSW. SW. bleibt herrschend. Neues Minimum.

Joyeuse. Südsturm, Gewitter und Hagel, dann hell, Tardy de Brossy bemerkt, dafs er aus dem unaufhörlichen Auf- und Abschwanken des Barometers (vielen

Wirbeln), die er eine Art intermittirendes Fieber der Atmosphäre nennt, auf eine grofse Störung der Atmosphäre geschlossen habe.

Vivarais. Fällt mit SO. Sturm am 24. Mai, steigt am 25. mit W. und hellt sich auf.

Nismes. Fällt mit S. Sturm am 24. Min. SW. NW. Blitze in NO. SW. bleibt herrschend mit steigendem Barometer. Um 9 U. am 25. fällt unten NW. ein, aber die von SW. nach NO. ziehenden Wolken zeigen den fortdauernden SW.

Strasburg. Fällt mit SO. und O. am 24. bis Mitternacht. Blitze in S. und SW. Erst bei dem zweiten Minimum am 28. stürmische Windstöfse aus S. und SW.

Harlem. Fällt am 24. mit SO. OSO. SSO. Min. steigt mit SSW. SW.

Münster. Fällt mit SSO. SO. am 24. Min. steigt mit S. WSW.

Salz-Uffeln. Fällt mit SO. Min. steigt mit S.

Wetzlar. Fällt mit SSO. am 24., steigt am 25. SSW. SW.

Minden. Fällt mit SO. am 24., steigt am 25. mit S.

Göttingen. Fällt mit SO. SSO. am 24., steigt am 25. mit SW.

Halle. Leipzig. Fällt mit O. am 24., steigt am 25. mit SW. Sturm.

Annaberg. Fällt mit SO., Blitze in S. SW., steigt am 25. mit SW. W.

Augsburg. Fällt mit SW., steigt nach dem Min. mit stürmischem W. und Regen.

Carlsruhe. Min. bei SW., nur S. und SW. angegeben, eben so in

Zellerfeldt. Südsturm, nachher starker W., *Zschoppau* SW. Sturm bei Min., mit steigendem Bar. dicke Wolken, dann heiter. *Breslau.* Min. zwischen SW. u. S.

Leobschütz. Südsturm. *Prag.* Vor dem Min. nur

W. angegeben. Nach dem Min. steigt das Barometer, als der SW. sich in W. verwandelt.

Genf. Fällt mit SO. am 24., Min. bei SW., dann Regen und Hagel beim Steigen.

Bernhard. SW. Sturm beim Min.

Zürch. Fällt mit O., dann Min. bei SO., steigt mit W.

Turin. Hier findet sich ein vollkommen entgegengesetzter Wirbel, nämlich

NO. W. SW. O. NO. NNW.,

da der fortschreitende SW. Sturm an der Kette der Seealpen sich stemmen mufste, während er östlich von Turin in den lombardischen Ebenen kein solches Hindernifs findet.

Mailand. Nach schon vorhergegangenem Weststurm mit Blitzen, Min. bei SW., heitert sich auf, als das Barometer mit W. steigt. Am 26. neuer Regen mit SO.

Pavia. Fällt mit immer heftiger stürmendem SO., heitert sich auf beim Steigen mit SW.

Modena. Fällt mit SO. Sturm, Min. bei SW., trennende Helle, steigt mit W.

In *Bergamo* wird der Wind vollkommen als NO. reflectirt.

Padua. S. vor dem Min., steigt dann mit N. und Regen. Auch hier scheint in der der Wind Nacht nochmals als N. reflectirt worden zu seyn.

Venedig. Donner, Blitz, Hagel, Ueberschwemmung.

Florenz. SSW. Sturm, Min. SW.

Rom. Fällt mit SSO. und S., diefs wiederholt sich am 25.

Molfetta. Fällt mit SO., Min. bei heftigem SSW. Nur S. noch angegeben.

Palermo. Fällt mit heftigem SSW. und S., und steigt indem der heftige S. sich in SSW. und WSW. verwandelt.

Bergen. Nur die fallende Ostseite angegeben.

Christiania. Es mufs schon ein Wirbel gewesen seyn, denn es steht vor dem Min. NW. mit Regen. Min. bei SW.

Apenrade. Fällt mit O. SO. Min., steigt, als der SO. sich in S. verwandelt.

Königsberg. Fällt mit stürmisch werdendem SO. Nach dem Min. steigt es mit W., am 27. NNW., 28. ONO. Neue Drehung.

Tilsit. Vorher schon SW., Min. bei SO., steigt mit W.

Petersburg. Nur das Fallen angegeben mit O. SO. SSO.

Diese Uebereinstimmung spricht für sich selbst.

Minimum am 2. und 3. Februar 1823.
Taf. VII. Fig. 9.

Jenen grofsen Barometerfall im December 1821 sahen wir als eine Erscheinung des Südstromes, der Wochen lang vorher schon gedauert hatte, neue Minima mit wiederholten Regengüssen zeigten seine längere Fortdauer. Eine ganz andere Erscheinung bietet der zweite Fall dar. Wir sind hier am Ende einer langen Nordperiode. Am 8. December 1822 steht in Paris nach einem am zweiten vorhergegangenem Minimum von 734,68 bei S. das Barometer mit SO. schon 765,78, und erhält sich bis zum 29. in dieser Höhe, während die Windfahne 17 Tage hinter einander fast unbeweglich NO. zeigt, so dafs die Temperatur der letzten 3 Wochen des Decembers —4°,9 ist, das Mittel des Monats hingegen —0,5, das niedrigste in den verglichenen 10 Jahren, deren allgemeines Mittel +4°,16 ist, die Regenmenge die kleinste, nämlich 2^c,885. Herrenschneider schreibt aus Strasburg: »Am 8. December sank die Temperatur unter den Gefrierpunkt, und seitdem haben wir 50 Tage ununterbrochenen Frost. Eine solche Dauer ist hier ohne Beispiel.« Ueberall in Deutschland ist es bitter kalt. Also ein entschiedener Nordstrom. Nun fängt das Barometer an allmählig zu

sin-

sinken, aber bis zum 28. Januar bleiben östliche Winde herrschend mit fortwährend zurückspringenden Wirbeln, und höchst characteristisch sind alle südlichere Winde immer mit *faible* bezeichnet, *fort* steht nur bei NO. Nur am 15. Jan. dringt ein starker SSW. durch, erniedrigt das Barometer und erhöht die Temperatur. Doch von neuem treten Ostwinde mit neuer Kälte hervor, aber das niedrig bleibende Barometer und der 10 Tage hinter einander anhaltende Nebel bei bedecktem Himmel, zeigt hinreichend, dafs oben noch Südwinde herrschen, Dafs diefs keine blofse Vermuthung sey, läfst sich ans den St. Bernhard's Beobachtungen beweisen. Denn am 23. war in Paris bei O. und darauf folgenden NO. das Maximum der neuen Kälteperiode bei einem Barometerstande 746,64, der gar nicht diesem Winde entspricht; auf dem Bernhard ist aber Abends SW., der überhaupt in diesem Monat am häufigsten wehte, und die Temperatur ist im Hospiz —10° R., in Liddes —8,2, in Martigny —11,5. In den Beobachtungen steht daher: *C'est pour la seconde fois, dans cet hiver, que l'observation confirme une opinion de nos Valaisains, savoir que dans cette saison il fait souvent plus froid dans la plaine, qu'à moitié hauteur dans la montagne.* Wunderschön macht sich hier wieder der Tanargue, denn wenn ein wärmerer Wind oben weht, so wird der Berg bewirken, dafs eine kältere Luft in eine wärmere Gegend der Atmosphäre trete In Joyeuse regnete es daher mit SSW. 13''', unten am Fufs war Frost, 12 Lieus südlicher schneit es. — Das Barometer fällt nun immer mehr und erreicht am 2. Febr. seinen niedrigsten Stand.

Wir finden bei diesem Minimum:

Zwei Stellen des geringsten Druckes *mn*, Taf. VII. Fig. 9., eine an der Westküste Englands, die andere im südlichen Frankreich.

Im nördlichen Deutschland, England und Norwegen NO. und N.

In der Mitte von Deutschland und Frankreich fast vollkommne Windstille, oben auf dem Bernhard SW.

In Lissabon und Constantinopel wüthende Stürme; bei Genua ein wie vom Sturm heftig bewegtes Meer.

Zur Verfolgung der beiden Centra fehlen für England die weiteren Beobachtungen nach NO. hin. Dafs aber dort ein neues Centrum liege beweisen die Beobachtungen, denn wir finden, dafs das Barometer unter dem Mittel steht, in

Gosport 15‴,4, London 13,2, Boston 11, Manchester 11, hingegen in Dieppe 14, Paris 14.

Das zweite Minimum rückt fort von SW. nach NO.

Nismes.	Avignon.	Toulouse.
Joyeuse.	Genf.	Strasburg.
Tübingen.	Bernhard.	Strasburg.
Cracau.	Leobschütz.	

Aus den Beobachtungen in Halle, Strasburg, Altona, Königsberg geht hervor, dafs ein nördlicher Strom mitten in den südlichen eindringt; aus den Nachrichten vom mittländischen Meer ist es wahrscheinlich, dafs in der ganzen Breite von Europa diesem ein südlicher entgegenweht. Zwei einander grade entgegenwehende Ströme müssen zwischen sich eine Windstille erzeugen.

Beispiele hievon sind: die Gegend unter dem Winde, W. Dunbar, Beschreibung der Orcane zu La Forêt in Louisiana, Gilb. Ann. Bd. 31. p. 421. Horsburgh sagt ausdrücklich: » es besiegt nicht selten ein mäfsiger Wind (*gentle breeze*) einen Sturm, wenn dieser letztere nicht lange genug in seiner Stärke anhält. Die Grenze, welche ein Wind durch seine Gegenwirkung dem andern setzt, verändert oft in 2—3 Stunden ihre Stelle nur wenig. Im September 1802 war an der südlichen Küste von China ein Sturm, in welchem eine spanische Fregatte und der Nautilus aus Calcutta untergingen. Fünf Grad von der Küste hatten wir schön Wetter und schwachen Wind. Es kamen hohen Wellen ange-

rollt, und durch sie hielten wir uns für gewifs, dafs an der Küste ein Sturm gewesen sey. Der Seemann sagt dann, dafs zwei Winde mit einander fechten.«

Dieser nördliche Strom war aber nicht durchgedrungen. Diefs sehen wir aus den häufigen Niederschlägen, die an mehreren Orten heftige Gewitter wurden, den Beobachtungen auf dem St. Bernhard, wo wir nur stürmischen SW. finden, während in Genf gelinder NO. In Halle sind nur Cirri angegeben und gleiche Decke, in Paris *couvert*. Aus Avignon schreibt man: »in den Alpen mufs entweder sehr viel Regen gefallen seyn, oder der Wind eine grofse Menge Schnee zum Schmelzen gebracht haben, denn noch nie stieg im Februar die Rhone zu einer solchen Höhe. In Joyeuse fielen am 31. Jan. 27''' Regen, am 2. Februar 15''' In London regnete es von 9 Uhr Morgens den 1. Februar bis 9 U. M. den zweiten 0'',99 e. bei NO. und einer Temperatur von 42° F.

Dieser unten theilweise einfallende NO. wird aber dennoch als kälterer Wind das Barometer in Ost erhöhen, und da er in die Mitte des südlichen eindringt, so wird er das Minimum in zwei Hälften theilen; es wird also zwei Stellen des tiefsten Druckes geben.

Dieser nördliche Strom wird aber seinen hemmenden Einflufs nur auf den südlichen Sturm äufsern können, wo er ihm wirklich entgegenweht. Wir werden daher seine Wirkung auf beiden Seiten desselben am weitesten heraufrücken sehn, und so finden wir bei Constantinopel und Lissabon seine gröfste Heftigkeit, hingegen bei Genua, wo er nicht so weit hinaufrücken kann, nur seine Wirkung aus der Ferne, in dem bewegten Meer, das wüthend über die Mauern geht. Westlich von diesem eindringenden NO. haben wir die Fortsetzung des südlichen Stroms zu erwarten, das zeigen die nach der Westküste hin fallenden Barometerstände, und eine Nachricht aus Edinburg: »Den 2., 3. und 4. Februar fiel eine solche Menge Schnee mit SO., der in stürmischen

Intervallen wehte, dafs er in der Stadt selbst 7—8 Fufs lag, bei Berwick und New Castle 8 bis 10 Fufs, in den Thälern, wo der Wind ihn anhäufte, 30—40 Fufs.

Hier sind wir also in den östlichen Theilen Europa's auf der Ostseite eines Nordstroms, wie Calcutta im Mittel, wir dürfen also Wirbel im entgegengesetzten Sinne erwarten.

Ich werde das Minimum *n*, das vom südlichen Frankreich aus nach Schlesien sich fortpflanzt, das *südliche* Minimum nennen, das an den Westküsten Englands *m*, das *nördliche*. Gehen wir auf dem südlichen Minimum fort in der Linie *nk*, so werden wir SW. zu erwarten haben. Der Sinn der Drehung wird sich danach richten, ob der Beobachtungsort südlich oder nördlich von der Mitte des SW. Stroms liegt. Jenseits der Mitte (also die südlicheren Beobachtungen) mufs die Drehung seyn auf der Linie *nk*

S. SW. W. NW.

Diesseits der Mitte, also näher dem NO. Strom, hingegen auf der Linie *pl*

S. SO. O. NO.

im NO. Strom selbst einfacher NO.

Die Beobachtungen ergeben: *Molsetta.* SW. und WSW. abwechselnd.

Nismes. O. SO. S. SW. SO., Min. S. W., NW gewöhnliche Drehung.

Toulouse. S., Min. W., eben so.

Joyeuse. Nur NW. und SW. beide schwach. Störung durch den Tanargue.

Tübingen. O., Min. W.

Genua. Nur SW. und S. Winde angegeben. *Bernhard.* SW.

Wien. SO., Min. W.

Kniegnitz am Zobten in Schlesien. SSO. NW. Min. N.

Weiter nach dem NO. Strom hin, auf einer dem Mini-

mum parallelen Linie, müssen die Wirbel entgegengesetzt seyn.

Paris. SSO., OSO. bei Min. O.

Dieppe. SSO. S., Min. SO., dann O. In Brandes Abhandlung steht SSW. SW. W. Da diefs hier durchaus nicht zu den übrigen Beobachtungen pafst, vermuthete ich einen Druckfehler. Sowohl in der *Bibliotheque universelle* als in Gilbert's Annalen finde ich aber SSO. S. SO. O.

In *Zürch* und *Cöln* nur SO. angegeben.

Leipzig. OSO., Min. NO.

Jena. SW. SO., Min. O. NO.

Tilsit. W. SW. O. N., Min. N.

Der NO. Strom selbst. Als näherer Uebergang.

Breslau. Windstille, dann NO., Min. Schnee NNW. W.

Halle. Zuerst noch fallend auf der Ostseite O. OSO., dann entgegengesetzte Drehung bei dem anrückenden NO., nämlich NW. O., Min. nun NO. bleibend.

Reiner nördlicher Strom: *Potsdam*, NNO.; *Gosport*, NO.; *Penzance*, NO.; *Strasburg*, NO.; *Appenrade*, ONO.; *Christiania*, N.; *Königsberg*, NO.

Ueber die Wirkung dieses eintretenden NO. geben die Königsberger Beobachtungen vom Pfarrer Sommer besonders belehrende Aufschlüsse. Nach einer dauernden strengen Kälte, Morgens 9 Uhr bis —23° R. bei fortwährenden Ostwinden, erhebt endlich ein durchgedrungener SW. am 31. das Thermometer über den Frostpunkt, am 31. SW. WSW. mit Regen. Vollkommene Windstille, der Rauch geht gerade in die Höhe. Den 1., 2., 3., 4. Februar nur NO. angegeben mit immer steigender Intensität. Dafs der NO. tief unten zuerst einfiel, zeigt folgende Bemerkung: »Die Thürme standen in Nebel, dann viel Nebel auch unten.

Am 2., den Tag über Schnee in gröfseren Flocken.

Abends liefs er nach. Dem niedrigen Stande des Barometers zufolge hätte ein Sturm seyn sollen, es war immer starker Wind NO. Am 3., unangenehm kalter Wind, die Kälte nahm Mittags und hernach Abends zu. Am 4., der Wind liefs gegen Mittag nach, gegen Abend stand eine trübere Bank in Ost, ob Schnee erfolgen wird? (der niedrigste Barometerstand selbst war am 2. Febr. Abends.) Mit steigendem Barometer blickt am 5. die Sonne einige Male durch; Cirrostrati und Schäfchen, die bald sich zusammenzogen (oben also immer noch SW.). Am 6. nach sparsamen Schnee brach sich die Decke, es bleiben nur Schäfchen und Cirrostrati, die sich verloren; Abends 6 Uhr heiter. Am 7. der Himmel ohne das geringste Wölkchen den Tag über, die Kälte wieder empfindlich.«

Die Beobachtungen ergeben dabei:

	Wind.	Int.	mittl. Temp.	m. Bar.	
31. Jan.	SW. WSW.	1	+ 1,6 R.	331''',63	Nebelregen. Nebel.
1. Febr.	NO.	1. 2. 3	— 0,6	330,28	Windstille. Nebel.
2. —	NO.	3	— 3,3	327,61	Flockenschnee. Min. Ab. 327,31
3. —	NO.	3	— 8	328,77	trüb.
4. —	NO.	3. 1. 1	— 8,6	333,17	—
5. —	O.	1. 1. 2	— 8,1	334,79	Sonnenblicke, cirrostr. Schäfchen.
6. —	NNO.	2	— 13,1	338,01	Schnee. Wolken brechen. Cirrostr.
7. —	NNO.	2	— 17,8	340,30	vollkommen hell.
8. —	O. ONO.	2. 3	— 17,6	341,82	heiter.

Nun geht die gewöhnliche Drehung fort.

Hier haben wir eine Bank in Osten, während in Tilsit noch eine Drehung ist, hier schon fortwährenden NO. Soll man nun nicht glauben, dafs eine solche Bank entsteht, wenn verschiedene Winde einander zur Seite fliefsen. Als nach diesem Maximum und regelmäfsiger Drehung bald ein neuer Südstrom Frühlingsluft bringt, sind die Wolkenbänke nur in West angegeben. Das allmählige Ueberhandnehmen des NO. Stroms zeigt sich in allen begleitenden Erscheinungen, wie die Wolkenbildung allmählig immer höher hinauftritt, und endlich bei dem durchgedrungenen nördlichen Wind vollkommen

verschwindet, und in der wachsenden Intensität des Windes zeigt sich der Kampf der beiden Winde sehr deutlich. Zugleich geht hieraus hervor, wie vorsichtig man bei solchen Minimis in der Betrachtung des Fortrückens der Stelle des geringsten Drucks seyn muſs, da die störende Ursache des NO. hier in Königsberg schon am 1. Morgens ist, in den südlicheren Orten immer später eintritt. Die wirkliche Beobachtung ergiebt aber die Summe des Drukkes des herrschenden südlichen Windes + dem Drucke des unten nur theilweise einfallenden nördlichen, wir haben also eine deprimirende Ursache, die von SW. nach NO. fortschreitet, und zu gleicher Zeit eine erhebende, die von NO. nach SW. geht. Aber man kann sagen, wo denn die hohe Temperatur des südlichen Stromes sich zeige. Man muſs hier nothwendig auf die vorhergehende ungeheure Kälte Rücksicht nehmen. Da nun hier in Königsberg das Thermometer nach anhaltenden Ostwinden am 25. Januar —23° R. zeigte bei 341‴,17 Barometer, so glaube ich, muſs die Temperatur des ankommenden Südstromes, wenn am 30. das Thermometer schon +3° zeigt bei S., der gleich wieder durch einen NO. Wind verdrängt wird, sehr groſs gewesen seyn, denn eine Erhöhung der Temperatur um 26° R. in 5 Tagen ist alles, was man billiger Weise verlangen kann.

Am 1. November 1827 nach einem Minimum von 326,38 ging der Wind den 2. und 3. mit steigendem Barometer durch O. nach NO. An diesem Tage war in der Nordsee ein Sturm aus N., welches man aus der unregelmäſsigen Drehung hier im Voraus schlieſsen konnte.

Aus der nähern Untersuchung jener merkwürdigen Barometerfälle erhellt aber, daſs auch für die Extreme der Satz sich bewährt, aus welchem sich alle Barometerveränderungen ableiten lassen: *barometrum thermometrum est, cujus oscillationes indicant, qualis sit quantitas, que differt observationis loci calor a vicinarum regionum, e quibus venti spirunt, temperie* (*de bar. mut.* 37.).

VII. *Ueber die Theorie der Elektricität; von Hrn. J. M. H. Bigeon in Lorient.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. XXXVIII. p.* 150.)

Es giebt nur ein einziges elektrisches Fluidum, und seine gleichmäfsige Vertheilung in den Körpern macht den natürlichen, seine ungleichmäfsige Vertheilung den elektrischen Zustand derselben aus: diefs ist der von mir angenommene Satz, aus dem ich jetzt einige Folgerungen herleiten will. Im ersten Augenblick scheint dieser Satz mit der, von Aepinus entwickelten, Franklin'schen Theorie zusammenzufallen, welche, wie man allgemein glaubt, zu der Annahme einer permanenten Repulsion zwischen den Theilchen der Körper zwingen würde. Ich werde zeigen, dafs man daraus Resultate ziehen kann, die mit den allgemeinen Thatsachen in gröfserer Uebereinstimmung stehen.

Man nehme an, dafs die elektrischen Erscheinungen von einem imponderablen Fluidum hervorgebracht werden, dessen Theilchen sich umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen abstofsen, sich in einigen Körpern leicht, in andern dagegen schwierig bewegen, und sich im Innern der Körper beinahe so vertheilen, wie wenn diese keinen Einflufs auf sie ausübten. Diefs gesetzt, seyen nun zwei Körper A und B vorhanden. Enthalten dieselben in gleichem Volumen eben so viel elektrisches Fluidum als das umgebende Mittel, so mufs, bei jeglicher Action dieses Fluidums, da alles ringsum symmetrisch ist, die gegenseitige Action dieser Körper Null seyn. Diefs ist der Fall des elektrischen Gleichgewichts, in welchem alle Körper in der Einheit des Volumens eine gleiche Menge elektrischen Fluidums enthalten; diese Menge sey hier mit E bezeichnet.

Ich nehme nun an, dafs A und B, statt im Spannungszustande E zu seyn, sich in den mit e und e' bezeichneten elektrischen Zuständen befinden; die gegenseitige Wirkung dieser beiden Körper wird das Product der Wirkung von A in die von B seyn. Es sey v das Volumen von A, welchen Körper wir, gleich wie B, zur Vereinfachung der Schlufsfolge als sphärisch voraussetzen. Man nehme nun in gleichem Abstande von B, und

A B A' in einer gegen A symmetrischen Lage A' ein
0 — 0 — 0 sphärischn Volumen $=v$ an; abgesehen von den Räumen A und A' wird der Rest des umgebenden Mittels symmetrisch auf B wirken und demselben keine Bewegung mitzutheilen trachten. Die Wirkung von A besteht also aus dem Unterschiede zwischen der von A und der von A', und wird $v(e-E)$ proportional seyn. Dagegen wird B, abgesehen von A, nach allen Richtungen gleich stark gezogen, und macht hinsichtlich des Theils E seiner Elektricität einen Theil des umgebenden Mittels aus; man braucht also nur den Ueberschufs von e' über E zu betrachten, und da v' das Volumen von B ist, so wird die Formel für die gegenseitige Wirkung: $kvv'(e-E)(e'-E)$, welche durch d^2 dividirt werden mufs, wenn man sie für den Abstand d zwischen beiden Körpern betrachtet. Der Coëfficient k hängt von der Natur der elektrischen Action ab.

Man sieht, dafs diese Formel die elektrischen Attractionen und Repulsionen genau unter den Umständen giebt, unter welchen das Experiment dieselben kennen gelehrt hat.

Wir haben stillschweigend angenommen, die Elektricität hafte an jedem Theilchen der Körper; diefs ist annähernd nur für die erste Zeit der Wirkung zwischen wenig leitenden Körpern wahr. In diesem Falle reicht die Wirkung eines einzigen Körpers nicht hin, um eine Attraction oder Repulsion zu bestimmen; sie wird in der That auf alle Theile des umgebenden Mittels ausgeübt,

alle müssen folglich gleichzeitig dahin streben, sich dem elektrisirten Körper zu nähern, oder sich von ihm zu entfernen, und dieses Streben kann nur eine Aenderung in der Dichte dieses Mittels, wenn es compressibel ist, bewirken. Wenn aber, ohne Veränderung des Mittels, der Körper *B* ein Leiter wird, so wird seine, in ihm bewegliche, Elektricität in den entferntesten Theil getrieben. Der benachbarte Theil wird, da er weniger Elektricität als das umgebende Mittel besitzt, stärker angezogen als der entfernteste abgestoſsen, und es findet eine Attraction statt.

Die gelehrten Berechnungen des Hrn. Poisson über die Vertheilung der freien Elektricität im Innern von leitenden Körpern, lassen sich natürlich auf die Hypothese von einem einzigen Fluidum, und auf die von ihm nachgewiesene Action zwischen zwei elektrischen Moleculen anwenden. Man braucht nur zur Zahl der dem elektrischen Fluidum beigelegten Eigenschaften eine Art von Incompressibilität hinzuzufügen, und anzunehmen, daſs die Menge von Elektricität, welche man hinzuthun oder fortnehmen kann, unendlich klein sey in Bezug auf die, welche die Körper schon enthalten.

Ich bin zu glauben geneigt, daſs das elektrische Fluidum nicht incompressibel sey, und daſs seine groſse Expansivkraft hinreicht zu erklären, wie der Spannungsunterschied zwischen einem elektrisirten Körper und dem umgebenden Mittel fast Null ist im Innern der Körper. Nur eine strenge Analyse kann hier entscheiden. Ich habe mir vorgenommen diesen Gegenstand, wenn ich es vermag, sobald zu behandeln als es Zeit und Umstände erlauben.

Ich werde noch ein Wort über einen Versuch sagen, welcher einigen Personen im Widerspruch mit der Hypothese von einem einzigen elektrischen Fluidum zu stehen scheint, nämlich dem mit dem elektrischen Rade *im Fall einer* negativen Tension.

Diese Wirkung rührt von der Repulsion her, die zwischen den Theilen eines und desselben Stromes stattfinden; man kann sich einigermafsen Rechenschaft davon geben, wenn man erwägt, dafs die Spitze und das umgebende Mittel, welche in Berührung stehen, sich in jedem Augenblick in demselben elektrischen Zustand befinden, und dafs alsdann daraus eine Repulsion entstehen mufs.

Man kann fragen: in welchem Zustande die Elektricität sich in dem umgebenden Mittel befinde; ob sie jedem seiner Theilchen anhänge, oder ob sie von ihm unabhängig sey und gewissermafsen dem Aether angehöre. Nach der Angabe von Sir Humphry Davy finden die elektrischen Attractionen und Repulsionen noch im Vacuo des Barometers statt; und obgleich seine Versuche nicht in einem sehr ausgedehnten Vacuo angestellt sind, so darf man doch aus ihnen schliefsen, dafs im Vacuo elektrisches Fluidum enthalten seyn kann, und alsdann, dafs ein Theil des Fluidums unabhängig von dem ponderablen Medio vorhanden ist und dessen Molekulen nicht anhängt. Allein alles läfst glauben, dafs ein Theil desselben ihnen wirklich anhängt. So wird, in der atmosphärischen Luft, jedes Theilchen umgeben seyn von einer gewissen Menge von Elektricität, welche sich nur schwierig von demselben trennt; und wenn man nun in einen und denselben Raum eine neue Menge Luft hineinbringt oder aus demselben einen Theil der darin enthaltenen fortnimmt; oder im Allgemeinen, wenn man auf irgend eine Weise ihre Dichte vermehrt oder vermindert, wird man gleichzeitig ihre elektrische Spannung erhöhen oder vermindern; die in dem Raum befindlichen Körper, welche zuvor im Zustande des elektrischen Gleichgewichts waren, finden sich zu schwach oder zu stark gegen sie elektrisirt, und müssen nun die elektrischen Eigenschaften zeigen.

In der That habe ich dieses auch beobachtet, als ich unter einer Glasglocke, neben einem befestigten und

isolirten Hollundermarkkügelchen, ein anderes am Ende eines horizontalen Gummilackfadens angebrachtes Kügelchen mittelst eines einfachen Coconfadens aufhing. Eine sehr schwache Verringerung in der Dichte der innern Luft erzeugte immer eine beträchtliche Repulsion, die aufhörte, sobald man die Luft wieder hineinliefs. Ich überzeugte mich, dafs die auf den Kügelchen entwickelte Elektricität, im Falle einer Dilatation der Luft, Dufay's Glaselektricität oder Franklin's positive Elektricität war, wie alle Analogien auch glauben lassen mufsten.

Dieser Versuch widerspricht förmlich, wie mir scheint, der Theorie von zwei Elektricitäten; bei Fortnahme von natürlichem Fluidum, kann nur natürliches Fluidum zurückbleiben; und um diese Schwierigkeit zu heben, würde man, wie ich glaube, zu der Annahme gezwungen seyn, dafs die Luft mit positiver Elektricität, und der, von ihr unabhängige, Aether dagegen mit negativer Elektricität beladen wäre. Allein, ist eine solche Hypothese wohl annehmbar? Ich werde mich nicht bei einer Discussion über dieselbe aufhalten; man kann, wie ich hoffe, direct beweisen, dafs dem nicht so ist, und sie würde, eben so wie die Theorie, welche ich eben angab, in Bezug auf mehrere Erscheinungen, und besonders für die atmosphärische Elektricität zu interessanten Folgerungen führen, welche ich Willens bin ungesäumt auf dem Wege des Experiments zu studiren.

Man sieht ein, dafs sich der obige Versuch auf viele mehr oder weniger glänzende Weisen verändern läfst. Alle sind der Ausdruck einer und derselben Thatsache, und werden den an diese Art von Betrachtungen gewöhnten Personen ohne Mühe einfallen. Ich habe mir übrigens vorgenommen, diese Theorie und ihre Folgerungen in gröfserm Detail wieder aufzunehmen; allein ich glaube, dafs die gegenwärtige Notiz, so wie sie da ist, nicht ohne Interesse seyn, und einige neue Ideen über die *Wirkungsart* des elektrischen Fluidums erregen wird.

VIII. *Von der aus der Reibung zweier Metalle hervorgehenden Elektricitätsbewegung; von Hrn. Becquerel.*

(*Ann de chim. et de phys. XXXVIII. p.* 113.)

Die Reibung ist die am längsten bekannte Art, Elektricität in den Körpern zu entwickeln. Die Physiker, die sich mit ihr beschäftigten, haben die Versuche bis in's Unendliche vervielfältigt, in der Hoffnung, dadurch auf die Ursachen zurück zu kommen, von welchen diese sonderbare Eigenschaft abhängt; indeſs haben ihre Untersuchungen nur wenig Licht über diese geheimniſsvollen Erscheinungen verbreitet; denn sie haben uns nur gelehrt, *daſs wenn man zwei Körper, von denen einer ein schlechter Elektricitätsleiter und der andere von beliebiger Natur ist, gegen einander reibt, jeder von ihnen einen Ueberschuſs von entgegengesetzter Elektricität annimmt; daſs anscheinend keine Beziehung zwischen der Natur oder der Beschaffenheit der Substanzen und der von ihnen entwickelten Elektricität stattfindet; daſs die Resultate durch die Temperatur und den Zustand der Oberflächen in der Art abgeändert werden, daſs die negative Spannung durch Wärmezunahme, und die positive durch die Politur erhöht wird, so daſs, wenn man zwei Stücke von einer und derselben Substanz, von denen eins polirt und das andere nicht polirt ist, gegen einander reibt, das erstere positiv und das andere negativ wird.* Dieſs ist der Zustand unserer Kenntnisse in Bezug auf die Elektricitätserregung durch Reibung.

Ich habe geglaubt, daſs es nöthig sey neue Versuche anzustellen, um ausgebreitetere Kenntnisse in diesem Theil der Physik zu erlangen; aber die Abhängigkeit der elektrischen Erscheinungen ist so groſs, daſs man, bis

ihre gegenseitigen Beziehungen bekannt und alle Dunkelheiten in der elektrischen Action zerstreut sind, immer gegen die aufgestellten Principien auf seiner Hut seyn mufs. Am besten verfährt man, wenn man die Thatsachen vervielfältigt, zusammenstellt und versucht sie durch eine Theorie zu verknüpfen, die man verläfst oder abändert, wenn neue Thatsachen nicht mehr auf sie bezogen werden können.

Bis jetzt hat man sich begnügt, diejenigen elektrischen Wirkungen zu studiren, die aus der Reibung von schlechten Elektricitätsleitern gegen einander oder gegen Metalle erfolgen; man weifs nichts über die Wirkung der Reibung zweier Metalle gegen einander; diefs ist die Aufgabe, die ich zu lösen gesucht habe.

Yelin, Mitglied der Academie zu München, ist der erste, welcher vor einigen Jahren gesucht hat, ohne Anwendung von Wärme, einen elektrischen Strom in einer metallischen Kette zu erregen. Er bediente sich Streifen von Wismuth und Antimon, welche an den Enden des Drahtes eines Galvanometers befestigt waren, und nahm einen Strom gewahr, als er sie auf einander setzte; ähnliche Wirkungen erhielt er mit andern Metallen. Einige Zeit darauf untersuchte ich diese Erscheinungen, und fand, dafs sie von Temperaturunterschieden in den Vereinigungspunkten des Drahts mit den Metallstreifen herrührten. Vielleicht stammten sie auch davon her, dafs im Moment, wo man die Flächen auf einander legte, eine geringe Reibung zwischen ihnen stattfand.

Es lassen sich zwei Apparate anwenden, um die elektrischen Wirkungen der Reibung zu beobachten. Der erste besteht in einem gewöhnlichen Galvanometer. An jedem Ende des Drahtes, aus welchem er besteht, befestigt man ein Metallblättchen, an einem z. B. eins von Antimon und am andern eins von Wismuth, und überzieht die Verbindungspunkte mit Kitt oder einem andern schlecht leitenden Körper, um die in diesen Punkten

durch Temperaturveränderungen entstehenden thermoelektrischen Actionen zu verhindern. Nachdem diese Vorsichtsmafsregeln getroffen sind, und die beiden Platten gleiche Temperatur erlangt haben, legt man sie auf einander. Es findet keine Verschiebung der Elektricität statt; sobald man aber eine gelinde Reibung bewirkt, zeigt sich augenblicklich ein Strom. Diese schwache Reibung reicht also hin, um die beiden Elektricitäten zu trennen, die sich zum Theil mittelst des Drahts wieder vereinigen.

Stellt man auf diese Art den Versuch mit mehreren Metalllamellen an, so bildet man die folgende Tafel, in welcher jedes Metall negativ ist gegen die auf ihn folgenden, und positiv gegen die ihm vorhergehenden:

Wismuth, Nickel, Kobalt, Palladium, Platin, Blei, Zinn, Gold, Silber, Kupfer, Zink, Eisen, Cadmium, Antimon.

Diese Ordnung ist dieselbe, wie für die elektrischen Wirkungen, welche sich in einer Kette, gebildet aus zwei mit ihren Enden zusammengelötheten Drähten von verschiedenen Metallen, zeigen, wenn man eine der Löthstellen erhitzt, während man die Temperatur der andern constant läfst. Da die Reibung, wie schwach sie auch seyn mag, Wärme erzeugt, so könnte man glauben, dafs sie hier eine thermo-elektrische Wirkung veranlasse, und in diesem Falle würde die Reibung nur als ein Wärme erregendes Mittel wirken. Allein dem ist nicht so; denn, wenn man eine Wismuth- und eine Antimonplatte nimmt, und dieselben, statt sie sanft zu reiben, durch wiederholte Schläge, mit Vermeidung aller Seitenreibung stark gegen einander drückt; so müssen die Flächen bei dieser Behandlung mehr Wärme erhalten, als durch eine sehr schwache Reibung; aber dennoch reicht sie nicht, um unter diesen Umständen eine thermo-elektrische Wirkung zu erzeugen, denn die Magnetnadel erleidet keine Ablenkung. Der elektrische Strom, welcher durch die

Reibung entsteht, hängt also von einer den Metalltheilchen in Richtung der Oberfläche ertheilten, besondern Erschütterungsart ab, und nicht von entwickelter Wärme.

Selbst, wenn man die beiden Platten, mittelst einer hölzernen Schraube, stark gegen einander drückt, läſst sich kein elektrischer Strom wahrnehmen.

Da die Wärme und die Reibung vibratorische Bewegungen in den Körpern erregen, so wäre es möglich, daſs die ähnlichen elektrischen Wirkungen, die aus ihnen erfolgen, ihrerseits ebenfalls Schwingungen einer besonderen Ordnung seyen. Was dieses glaublich macht, ist das: daſs die durch Reibung in den Metallen erregte Elektricität aus einer Action hervorgeht, die hinlänglich lange dauert, um einen Strom zu bestimmen, welcher, schon hiedurch allein, mit den sich fortpflanzenden Wellen Aehnlichkeit hat.

Wenn man diese Erscheinung durch die Annahme erklären wollte, daſs beim Contact die Theilchen der beiden Flächen in einem verschiedenen elektrischen Zustand seyen, und daſs im Moment, wo jedes von ihnen seinen Ort verändert, und sich mit einem andern Theilchen in Berührung setzt, die ursprünglich gebundene Elektricität frei werde; so würde die elektrische Reihe der Metalle dieselbe wie die von Volta entdeckte seyn müssen; da sie es aber nicht ist, so darf man daraus schlieſsen, daſs diese Hypothese nicht zulässig ist. Ich muſs noch bemerken, daſs Nickel und Kobalt, Platin und Palladium, Zink und Cadmium, die fast immer zusammen vorkommen und chemisch einander sehr ähnlich sind, beinahe ähnliche elektrische Eigenschaften bei Erwärmung und bei Reibung besitzen.

Bei den vorhergehenden Versuchen habe ich zwei Scheiben von verschiedenen Metallen angewandt; allein man erhält auch schon einen elektrischen Strom, wenn sie von einem und demselben Metalle sind. Man muſs

nur

nur dafür sorgen, dafs dieselben Punkte der einen Scheibe hinter einander alle Punkte der Oberfläche der andern durchlaufen. Diese Bedingung wird erfüllt, wenn man statt der einen Scheibe einen Knopf nimmt.

Wismuth, Antimon, Eisen und Platin besitzen die Eigenschaft, dafs der Knopf positive Elektricität annimmt, wenn man ihn schnell über die Lamelle hinführt; gerade umgekehrt wie man es erwarten sollte, da der Knopf sich am stärksten erwärmt. Zink zeigt dieselbe Erscheinung, aber in einem geringeren Grade.

Eine Ausnahme macht das Kupfer, so wie mehrere andere Metalle, von denen ich nicht spreche, weil geringe Verschiedenheiten in dem Zustande ihrer Oberfläche die Resultate abändern.

Der zweite Apparat, welcher dazu dient, die Wirkung der Reibung bei den Metallen zu beobachten, ist von Hrn. Singer erdacht, und von demselben in seinen *Elements of Electricity etc.* (p. 318. und 473. der Uebersetzung von Müller S. 199. u. 394.) beschrieben. Dieser besteht aus einer Schale von Kupfer, die mit einer isolirenden Handhabe versehen, und, nach Art eines Siebes, von einer Menge kleiner Löcher durchbohrt ist, und mit Feilicht von Zink oder andern Metallen gefüllt wird. Man legt eine grofse Zinn- oder Kupferscheibe auf den oberen Theil eines Goldblatt-Elektrometers, hält die Kupferschale an der isolirenden Handhabe, und läfst durch deren Oeffnungen die Zinkspähne gehen, die nun, wenn sie auf das Elektrometer fallen, demselben bald Zeichen von positiver Elektricität geben. Untersucht man den Zustand des Kupfers, so findet man es negativ. Diesen Versuch kann man auch mit Feilspähnen von andern Metallen anstellen.

Hr. Singer hätte das, was bei diesem Versuche vorgeht, nicht den Wirkungen des Contacts zuschreiben sollen. Ueberdiefs sind nicht alle Resultate genau, welche er in seinem Werke angiebt; er konnte also nicht

die Folgerungen ziehen, zu welchen ich geführt wurde. Cavallo führt in seinem *Treatise of Electricity* einige Versuche über die Elektricität an, welche gewisse Pulver bei ihrer Reibung gegen verschiedene Körper annehmen; allein er sagt nichts über die Wirkungen, welche entwickelt werden, wenn der Körper und das darübergehende Pulver aus Metallen bestehen, indem er sich folgendermafsen ausdrückt: „Man mufs bemerken, dafs das Pulver, wenn es, wie die Amalgame der Metalle u. s. w., von elektrischer Natur ist, in einer elektrischen Substanz, z. B. einem Glasgefäfs, einem Wachskuchen u. s. w., gehalten werden mufs u. s. w.“

Wenn die Methode von Singer mit Nutzen angewandt werden soll, so bedarf sie mehrerer Abänderungen. Die erste besteht darin, dafs man das Sieb, da es, wenn die Feilspähne zart sind, schwierig vollkommen zu reinigen ist, durch eine blofse Metallplatte ersetzt, welche man geneigt hält, während man die Feilspähne darauf schüttet; letztere fallen nun in den Recipienten, wo sie die beim Hinabgleiten längs dem Metall erlangte Elektricität absetzen. Durch diese Abänderung erlangt man den Vortheil, dafs man der Oberfläche der Scheibe jeden beliebigen Grad von Politur geben kann. Die zweite Abänderung besteht darin, dafs man die Scheibe nicht isolirt, damit die Elektricität, welche sie in jedem Augenblick erhält, abfliefsen könne, und der späteren Entwicklung von Elektricität nicht schade. Um endlich den Apparat, der zur Erkennung der Art der entwickelten Elektricität gebraucht wird, empfindlich zu machen, mufs man die Kupferschale, in welche die Feilspähne fallen, an einen Stab von demselben Metalle schrauben, welcher an seinem Ende ein Goldblättchen trägt, das man zwischen die entgegengesetzten Pole einer trocknen Säule stellt. Der Erfolg der Versuche hängt von der Isolirung des Stabes ab, in Bezug auf die Glocke, in der er befestigt ist; *denn, wenn die* Isolation unvollkommen ist, fliefst, bei

feuchtem Wetter, die Elektricität längs der Glocke ab, und dann bleibt das Goldblättchen in Ruhe. Um diesem Uebelstande zuvorzukommen, überzieht man eine Glasröhre innerlich und äuſserlich mit mehreren Lagen von Gummilack-Firniſs, steckt den Metallstab hinein und hält denselben, in Richtung der Axe, mittelst eines Stöpsels von Gummilack. Eine, am obern Ende des Stabes angebrachte, Zwinge von Kupfer, bedeckt die Mündung der Röhre, ohne dieselbe zu berühren, und hindert hiedurch, daſs die in ihr befindliche Luft sich erneuert, da sie nur sehr schwierig in den Capillaröffnungen circulirt. Nachdem dieses bewerkstelligt ist, steckt man die Röhre zum Theil in die obere Oeffnung der Glocke und befestigt sie darin mittelst eines Kittes. Diese, von Singer herstammende, Isolationsmethode ist ohne Widerrede die beste. Hält man dann den Apparat in einem durch Chlorcalcium ausgetrockneten Medio, so arbeitet man unter den günstigsten Umständen.

Es ist leicht zu erweisen, daſs die Elektricität, welche die Feilspähne beim Verlassen der Scheibe erhalten, von der Reibung und nicht von einer Wirkung der Berührung herrührt. Es seyen nämlich ein Zink- und ein Kupferstreifen mit den Enden zusammengelöthet; man halte den ersteren mit den Fingern und belege den andern mit einem Stücke feuchten Papiers, auf welchem man Kupferfeilicht ausbreitet. Es ist klar, daſs alle Theile des letzteren dieselbe elektrische Spannung wie der Kupferstreifen besitzen, weil der Papierstreifen hier als Leiter wirkt. Wenn also, im ersteren Falle, der Wirkung von einer elektromotorischen Action abhinge, würde man im zweiten Falle dasselbe Resultat erhalten, d. h. die Feilspähne würden der Kapsel, beim Hineinfallen in dieselbe, die negative Elektricität des Kupferstreifens mittheilen; allein der Apparat giebt keine Anzeigen von derselben, und mithin rührt die Elektricität, welche durch

die Kupferspähne beim Rollen auf dem Zinkstreifen entwikkelt wird, von der Reibung zwischen beiden her.

Mit dem auf die angegebene Weise abgeänderten Apparat erhält man folgende Resultate. Wenn Feilspähne eines Metalles über eine Scheibe desselben Metalles gehen, nimmt diese einen Ueberschufs von positiver Elektricität an, während jene einen Ueberschufs von negativer Elektricität annehmen.

Gold, Silber und Platin besitzen dieselbe Eigenschaft, aber in einem geringeren Grade.

Der Zustand der Zertheilung giebt also bei den Metallen zu elektrischen Erscheinungen Anlafs, die denen ähnlich sind, welche man beim Reiben eines mattgeschliffenen Glases gegen ein Glas mit spiegelnder Oberfläche erhält. Die Feilspähne dürfen indefs hier nicht als mattgeschliffene oder mit einer schwachen Oxydhaut überzogene Körper betrachtet werden; denn man erhält dasselbe Resultat, wenn jedes Korn mehrere Millimeter grofs ist, und dessen Flächen polirt sind; mithin hat der Zertheilungszustand der Körper wirklich einen Einflufs auf die Erzeugung des angegebenen Phänomens.

Kupferfeilicht ist negativ gegen Zink, Blei, Zinn, Eisen, Wismuth und Antimon, d. h. gegen Metalle, die positiver als dasselbe sind; dagegen giebt es keine Zeichen von Elektricität mit Platin, Gold und Silber. Alle Resultate, welche ich beibringen konnte, neigen dahin, die Wahrheit zu beweisen, dafs die Metalle, wenn sie in Form von Feilspähnen auf eine Metallscheibe fallen, eine Tendenz zur Annahme von negativer Elektricität besitzen, dafs aber dennoch die Feilspähne eines positiven Metalles durch diese Tendenz nicht gehindert werden, positiv gegen die negativeren Metalle zu seyn.

Die Metalloxyde, so wie die Schwefelmetalle, sind negativ gegen die Metalle, aus denen sie hervortreten. Man mufs vermeiden, dafs die Pulver zu fein seyen, denn *sie haften sonst* an den Metallflächen, bleiben daran sitzen,

und verhindern die Reibung der Theile, welche hernach kommen. Die Reibungswirkungen, die man mit den intermediären Metallen erhält, sind sehr schwach, und deshalb halte ich es für zweckmäfsig, die Tafel der elektrischen Eigenschaften dieser Metalle nicht zu geben, aus Furcht, dafs sie nicht genau seyen.

Ich wurde natürlich darauf geführt, die obigen Resultate mit denen mit dem Galvanometer erhaltenen zu vergleichen.

Wegen der Verschiedenheit in der Wirkung zwischen einem Metall in Form von Feilspähnen und dem nämlichen in Masse, ist es schwierig Beziehungen zwischen den erwähnten Resultaten anzustellen, um so mehr, als es unmöglich ist, zu beobachten, was in einem Galvanometer vorgeht, wenn eins der Metalle als Feilspähne angewandt wird; denn, wenn man Antimonspähne auf eine Scheibe desselben Metalls schüttet, die an einem Ende des Drahts befestigt ist, und nun eine Wismuthscheibe mit Reibung über die Feilspähne hinweggehen läfst, so zeigt sich kein Strom, obgleich die Kette geschlossen ist. Man mufs also hier aus schliefsen, dafs, wenn die Oberfläche der Scheibe, auf welche man die oben erwähnte Erschütterung erregt, nicht continuirlich ist, diese Erschütterung sich nicht durch die ganze Kette verpflanzt. Man sieht also, wie schwierig es ist, einen Vergleich zwischen den oben erwähnten Resultaten anzustellen.

Es ist hier noch eine wichtige Bemerkung zu machen, nämlich die: dafs die Elektricität, welche bei Reibung zweier Metalle gegen einander, z. B. zwischen Antimon und Wismuth, entwickelt wird, aufhört ihre Wirkung zu zeigen, wenn die metallische Kette durch eine Flüssigkeit, selbst durch eine sehr gut leitende, unterbrochen wird. Diese Art von Strom pflanzt sich also nicht durch eine Flüssigkeit fort.

Ohne etwas über die Natur des elektrischen Prin-

cips zu entscheiden, glaube ich doch, dafs die in dieser Abhandlung enthaltenen Beobachtungen von der Art sind, dafs sie die Aufmerksamkeit der Physiker auf eine sich auf sie beziehende Frage lenken, deren Lösung sehr viel zur Aufklärung der von dem Lichte, der Elektricität und dem Magnetismus abhängenden Erscheinung beitragen wird.

IX. *Ueber die elektrischen Eigenschaften des Turmalins.*

Die von einigen Physikern aufgestellte Hypothese, dafs die Atome der Körper mit elektrischen Eigenschaften, ähnlich denen durch Erwärmung in Turmalin erregten, begabt seyen, hat Hrn. Becquerel Veranlassung gegeben, das elektrische Verhalten dieses Krystalles näher zu prüfen. Diese Untersuchung, welche in den *Annal. de chim. et de phys. T. XXXVII. p.* 5. und 355. mitgetheilt ist, hat ihn zu dem Schlusse geführt, dafs man die chemischen Actionen nicht durch jene Hypothese erklären könne, weil die elektrische Spannung bei den Turmalinen nur so lange dauert, als eine Erhöhung oder Senkung der Temperatur stattfindet, wonach also die chemischen Verbindungen zerfallen müfsten, sobald die Temperatur stationär würde; auch setzt er hinzu, sehe man nicht ein, wie, selbst bei der Annahme einer permanenten Polarität der Atome, analoge elektrische Modificationen, wie die, welche bei Temperaturerhöhungen im Turmalin beobachtet werden, die Erscheinungen der chemischen Verwandtschaft hervorbringen könnten. Die Versuche, worauf sich diese Folgerung gründet, bestätigen die schon bekannten Erfahrungen, dafs der Turmalin (wenn er nicht vorher durch Temperaturänderungen elektrisch geworden ist) in constanter Temperatur keine freie

Elektricität zeigt, dafs er dagegen elektrisch wird, wenn die Temperatur steigt oder sinkt, und dafs er hiebei weder Elektricität abgiebt, noch von der Umgebung aufnimmt, sondern aus sich selbst entwickelt. Uebereinstimmend mit dem von Bergmann aufgestellten Gesetze fand Hr. B., dafs der Turmalin, bei überall gleich starker Erwärmung, an seinen Enden entgegengesetzte Pole bekommt, die ihre Lage gegenseitig vertauschen, wenn er in allen seinen Theilen gleichmäfsig erkaltet *). Dagegen konnte Hr. Becquerel die Angabe von Haüy, dafs während des Erkaltens die anfängliche Polarität verschwinde, und darauf, bei fortwährendem Sinken der Temperatur, im entgegengesetzten Sinne wieder hervortrete, bei keinem Turmalin bestätigt finden.

Um zu sehen, wie die Intensität der Pole bei gleichmäfsiger Erwärmung oder Erkältung zu- oder abnehme,

*) Welches der Enden des Turmalinprisma's, die, wie bekannt, in der Regel ungleich ausgebildet sind, bei gleichmäfsiger Erwärmung oder Erkältung eigentlich positiv oder negativ elektrisch werde, verdiente wohl einer neuen Bestimmung. Haüy, obgleich er das Relative in der Lage der Pole kennt, sagt in seinem *Traité de physique* 1828, *T. I. p.* 507., dafs bei der von ihm Tourmalin isogone genannten Varietät der positive Pol seinen Sitz in dem Ende mit 6 Flächen und der negative in dem mit 3 Flächen habe. Diese Angabe, welche auch Brewster in seinem Aufsatz über die Pyroelektricität wiederholt hat (diese Ann. Bd. 78. S. 300.), lehrt offenbar über die Lage der Pole so gut wie nichts. Aus der Art, wie Biot in seinem *Traité, T. II. p.* 424., einen Versuch mit der erwähnten Varietät beschreibt, scheint zu folgen, dafs jene Angaben sich auf den Zustand des Erkaltens beziehen, denn der Krystall wurde nach dem Herausziehen aus heifsem Wasser geprüft. — Die Resultate der älteren Versuche, namentlich der von Bergmann und Wilcke, welche letztere Hrn. Becquerel ganz unbekannt geblieben zu seyn scheinen, findet man übrigens in den Abhandlungen der K. schwed. Academie für 1766 und 1768 (der deutsch. Uebers. Bd. 28. und 30.), so wie verglichen mit den Erscheinungen bei der Zambonischen Säule, und mit einigen neuen Thatsachen vermehrt, von Jaeger dargestellt in dies. Ann. Bd. 55. S. 369. P.

hing Hr. B. einen Turmalinkrystall, in einen Papierbügel gesteckt, an einem Seidenfaden auf, in einem Glasgefäfse, welches in Quecksilber stand, dessen Temperatur durch eine Weingeistlampe erhöht wurde. Nahe an jedem Ende des Krystalls war ein Eisenstab angebracht, der mit einem Pole einer trocknen Säule in Verbindung stand. Sobald der Turmalin elektrisch geworden war, stellte er sich zwischen die beiden Stäbe, ihnen die entgegengesetzten Pole zuwendend, und als man ihn aus dieser Lage ablenkte, konnte man mittelst der Oscillationen die relative Intensität seiner Pole bestimmen, da die der Säule, welche dem Einflufs der Wärme entzogen war, während der Dauer des Versuchs als constant angesehen werden konnte. Die Anzahl der Schwingungen, in gleicher Zeit, als die Temperatur respective

war:	100°;	90°;	80°;	70°;	60°;	50°;	40°;	30°;	20°;
betrug:	6 ;	10 ;	13 ;	15 ;	15 ;	15 ;	14 ;	13 ;	7 ;

woraus hervorgeht, dafs die elektrische Intensität beim Erkalten nicht der Temperatur proportional ist. Der Turmalin war übrigens bis 115° erhitzt worden, und zeigte bei 105° C. die erste, und bei 15° C. die letzte Spur von Elektricität. Beim Erwärmen zeigte sich Hrn. B. die Elektricität zuerst bei 30° C., und sie war noch bei 150° C. bemerkbar; die Intensität bei Erwärmung zu messen, fand Hr. B. nicht ausführbar.

Bei ungleichmäfsiger Erwärmung des Turmalins findet nach Hrn. B. ein sonderbarer Umstand statt. Als er nämlich einen Krystall, der in der Mitte mittelst eines Platindrahtes an einer Glasröhre befestigt war, mit jedem seiner Enden in eine kleine dicht anschliefsende Glasröhre steckte, und eine dieser Röhren erhitzte, so dafs nur das darin befindliche Ende erwärmt wurde und das andere in seiner Temperatur nicht stieg, fand er, dafs die ganze erwärmte Hälfte nur *eine* Elektricität zeigte, und das Uebrige unelektrisch blieb. Er überzeugte sich hievon, *als er successiv alle* Punkte des Turmalins mit dem Cou-

lombschen Elektrometer prüfte. Die Elektricität war übrigens, nach der Natur des erwärmten Endes, entweder positiv oder negativ.

Im letzten Theile seiner Arbeit untersuchte Hr. B., welchen Einflufs die Schnelligkeit der Temperaturänderung und die Beschaffenheit, namentlich die Länge der Krystalle, auf die Elektricitätserregung habe. Er fand dafs die Turmaline, welche einer hohen elektrischen Polarität fähig sind, dieselbe sowohl durch langsame als durch rasche Erwärmung erhalten, während die wenig elektrischen sie nur durch das letztere Verfahren erlangen. Aus mehreren Versuchen mit Krystallen von verschiedenen Fundorten erhielt er das, auch schon bekannte, Resultat, dafs die kleinsten am leichtesten elektrisch werden, und gröfsere, von 5 bis 6 Centimeter Länge, sich nicht mehr bei langsamer Erwärmung elektrisiren lassen. Hieraus, und aus der ihm von Hrn. Ajasson mitgetheilten Thatsache, dafs die Stücke eines durch Zufall zerbrochenen langen Krystalls durch Erwärmung elektrisch wurden, während derselbe als Ganzes dadurch nicht hatte elektrisirt werden können, zieht Hr. Becquerel den Schlufs, dafs die integrirenden Molecule des Turmalins eine sehr intensive elektrische Intensität durch sehr schwache Temperaturvariationen erlangen müssen.

Hr. B. hat auch einige Versuche über das elektrische Verhalten des erwärmten Glases angestellt, die indefs bis zu einem der nächsten Hefte verspart bleiben mögen.

X. *Einflufs des Magnetismus auf die chemischen Actionen.*

Der Abt Rendu, Professor der Physik zu Chambéry, hat der Pariser Academie durch Hrn. Biot folgende Beobachtung mittheilen lassen. Er hing an jeden Pol eines Hufeisenmagneten einen Eisendraht auf, und

steckte diese Drähte in die beiden Arme einer V förmig gebogenen Röhre, die mit einem Aufguſs von rothem Kohl gefüllt war. Nach Verlauf einer Viertelstunde hatte die Flüssigkeit eine grüne Farbe angenommen, und zwar in beiden Armen *dieselbe*. Auf Ersuchen des Hrn. Biot veränderte er den Versuch dahin, daſs er die an dem Magneten hängenden Drähte in kleine unten verschlossene Glasröhren steckte, die nun in die Flüssigkeit getaucht wurden; aber auch dieſsmal wurde dieselbe eben so intensiv grün wie zuvor, nur waren zwei Tage dazu erforderlich. Für sich allein so lange aufbewahrt, wird der Aufguſs nicht grün, sondern roth. — Bei Mittheilung dieser, wie mir scheint noch sehr problematischen, Beobachtung werden in den *Annal. de chim. et de phys. T.* 38. *p.* 196. die früheren Beobachtungen von Ritter, Maschmann und Hansteen hinzugefügt.

Berichtigungen.

Seite 49. Zeile 5. nach Ronneby ist einzuschalten: in Blekingen

— 124. Z. 18. heiſst die Formel: $e = am^{\frac{t}{1+\beta t}}$

— 144. Z. 15. $4 R \cos 2\lambda = y$ statt $4 R \cos 2\lambda = q$

— 148. Z. 4. v. u. $y = 4 R \cos 2\lambda$ statt $\gamma = 4 R \cos 2\lambda$

— 455. Z. 1. muſs es heiſsen: falls das Metall vom Schwefel ein Atom und vom Chlor zwei

— 406. Z. 18. Schwingungen, statt Strecken

— 411. Z. 16. 10,8 statt 108

— 411. Z. 18. 100 statt 10

— 463. Z. 4. Existenz einer Classe von Salzen, statt Gegenwart eines der Salze

— 477. Z. 12. v. u. im Durchsehen, statt durchsichtigen

— 482. Z. 13. Sesquioxydul, statt Sesquioxyd

— 488. Z. 4. und, statt oder

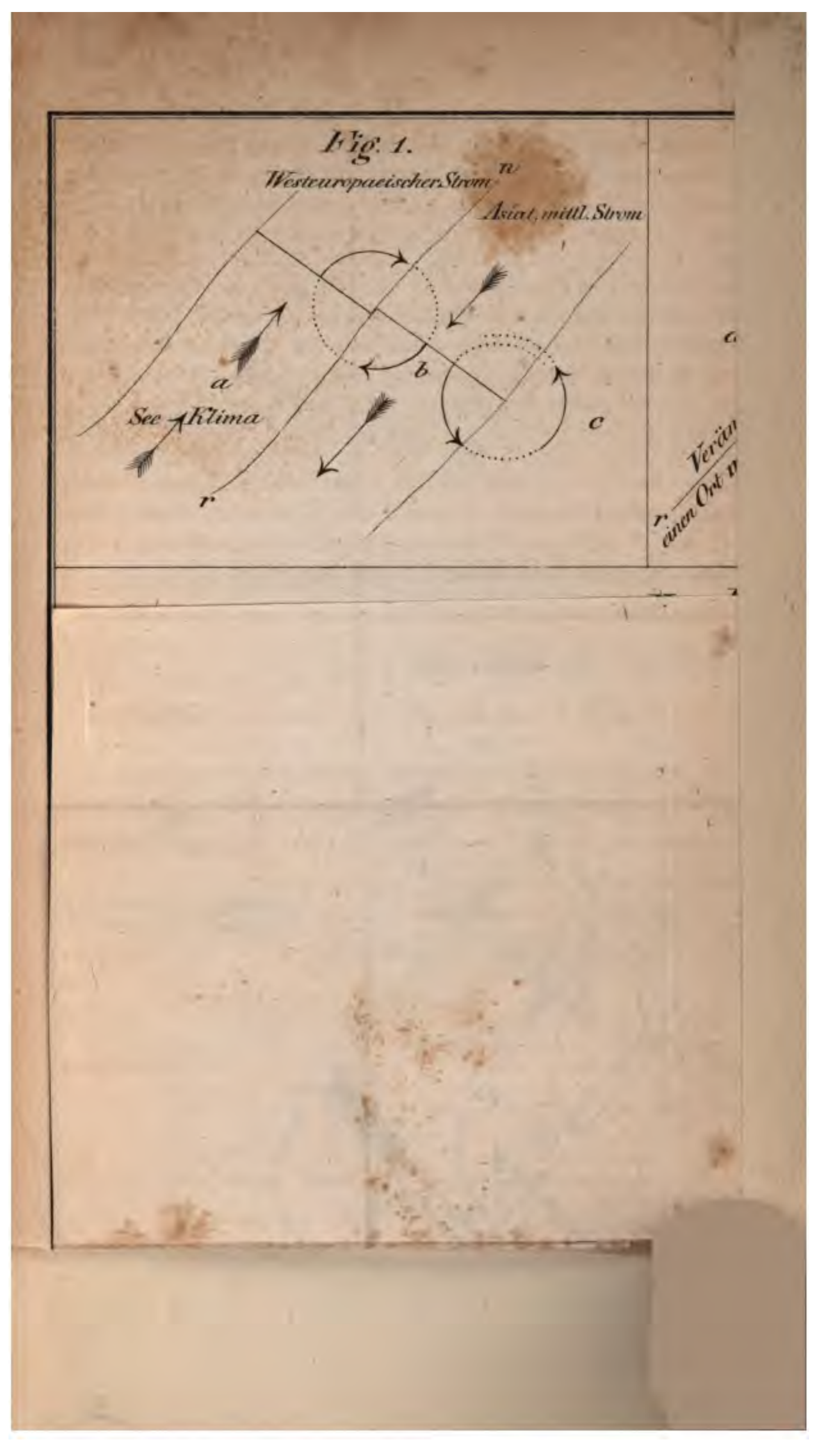
— 507. Z. 23. in diesem Fossil, als in dem von Riddarhyttan, statt in dem Fossil von Riddarhyttan

— 508. Z. 4. 12,52 statt 122,52

— 531. Z. 20. Platin statt Osmium

In Bezug auf die Abhandlung des Hrn. Berzelius ist zu bemerken, daſs derselben noch die Analysen einiger americanischen Platinerze folgen werden.

Gedruckt bei A. W. Schade *in Berlin.*


Fig. 1.
Westeuropaeischer Strom
n
Asiat. mittl. Strom
a
b
c
See Klima
r
r
Verän
einen Ort v

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin.



